

**Universitat de Lleida**  
**Escola Politècnica Superior**  
**Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en Mecànica**

**PROJECTE DE FINAL DE CARRERA:**

**“INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA D’AUTOCONSUM EN UNA GRANJA DE  
PONEDORES A CASTELLDANS”**

**Autor/a:** Miquel Jarque Luna  
**Director/s:** Luisa F. Cabeza Fabra  
**SETEMBRE de 2013**

## INDEX

1.- MEMÒRIA .....	3
1.1.- OBJECTE .....	4
1.2.- ABAST .....	4
1.3.- ESPECIFICACIONS BÀSIQUES .....	6
1.3.1.- Nau on s'ubicarà la planta.....	6
1.3.2.- Consum i cost elèctric de la granja.....	6
1.3.3.- Potència nominal .....	6
1.3.4.- Inversor fotovoltaic.....	7
1.3.5.- Potència fotovoltaica .....	7
1.3.6.- Estructura de suport.....	8
1.4.- JUSTIFICACIÓ .....	9
1.5.- ANTECEDENTS .....	11
1.6.- NORMES I REFERENCIES .....	12
1.6.1.- Disposicions Legals i Normes Aplicades .....	12
1.6.2.- Bibliografia .....	14
1.6.3.- Programes de càlcul .....	14
1.7.- DEFINICIIONS I ABREVIATURES .....	15
1.8.- EL SOL I EL SEU APROFITAMENT .....	16
1.9.- MAPA DE RADIACIONS .....	18
1.10.- DESCRIPCIÓ D'UN CAMP FOTOVOLTAIC PER AUTOCONSUM CONNECTAT A XARXA .....	19
1.11.- ANÀLISIS D'ALTERNATIVES .....	20
1.11.1.- Panell fotovoltaic.....	20
1.11.2.- Inversor.....	20
1.11.3.- Estructura de suport.....	30
1.12.- RESULTATS FINALS.....	32
1.12.1.- Panell fotovoltaic.....	32
1.12.2.- Inversor.....	34
1.12.3.- Estructura de suport.....	37
1.12.4.- Seccions de cablejat .....	40
1.12.5.- Canalitzacions.....	41
1.12.6.- Proteccions CC i CA. ....	44
1.12.7.- Armari comptadors.....	49
1.12.8.- Posades a terra de la instal·lació.....	50
1.12.9.- Aprofitament de l'energia .....	52
1.13.- PRODUCCIÓ .....	53
1.14.- ESTUDI ECONÒMIC .....	58
1.15.- PLA DE TREBALLS .....	60
1.16.- ESTUDI DE SEURETAT I SALUT .....	62
1.17.- CONCLUSIONS.....	63
2.- ANNEXES .....	66
2.1.- ENERGIA A ESPANYA – EUROPA PREVISIONS PER AL FUTUR .....	66
2.2.- TRAMITACIÓ D'UNA PLANTA FOTOVOLTAICA .....	72
2.3.- CÀLCUL DE LES SECCIONS DE CABLEJAT .....	77
2.4.- CANALITZACIONS.....	86
2.5.- DIMENSIONAMENT DE LA INTAL·LACIÓ I CÀLCUL DE LA PRODUCCIÓ .....	89
2.6.- ESTUDI ECONÒMIC .....	95
2.7.- ESTUDI BÀSIC DE SEURETAT I SALUT .....	98

2.8.- DOCUMENTACIÓ TÈCNICA .....	128
2.9.- DOCUMENTACIÓ TÈCNICA PANELLS .....	129
2.10.- DOCUMENTACIÓ TÈCNICA INVERSORS.....	130
2.11.- DOCUMENTACIÓ TÈCNICA COMPTADOR .....	131
3.- PLÀNOLS .....	153
4.- PLEC DE CONDICIONS .....	164
4.1.- OBJECTE .....	165
4.2.- GENERALITATS.....	166
4.3.- DISSENY .....	168
4.3.1.- Disseny del generador fotovoltaic .....	168
4.3.2.- Disseny del sistema de monitoratge.....	168
4.4.- COMPONENTS I MATERIALS.....	169
4.4.1.- Generalitats .....	169
4.4.2.- Sistemes generadors fotovoltaics.....	170
4.4.3.- Estructura suport.....	171
4.4.4.- Inversors.....	172
4.4.5.- Cablejat.....	174
4.4.6.- Connexió a la xarxa .....	174
4.4.7.- Mesures.....	175
4.4.8.- Proteccions .....	175
4.4.9.- Posada a terra de les instal·lacions fotovoltaïques .....	175
4.4.10.- Harmònics i compatibilitat electromagnètica.....	175
4.5.- RECEPCIÓ I PROVES.....	177
4.6.- REQUERIMENTS TÈCNICS DEL CONTRACTE DE MANTENIMENT ..	179
4.6.1.- Generalitats .....	179
4.6.2.- Programa de manteniment.....	179
4.7.- GARANTIES .....	181
4.7.1.- Àmbit general de la garantia .....	181
4.7.2.- Terminis .....	181
4.7.3.- Condiciones econòmiques .....	181
4.7.4.- Anulació de la garantia .....	182
4.7.5.- Lloc i temps de la prestació.....	182
5.- ESTAT D'AMIDAMENTS .....	184
6.- PRESSUPOST .....	188

# 1.MEMÒRIA



## 1.1- OBJECTE

L'objecte del present projecte és la instal·lació d'un sistema fotovoltaic sobre la coberta d'una granja de ponedores. Es produirà energia elèctrica que serà consumida directament per l'activitat de la granja, i únicament s'injectarà a la xarxa l'excedent d'energia generada que no sigui consumida.

L'energia elèctrica generada a la instal·lació s'injectarà directament a la xarxa interior de la granja on s'emplaça la fotovoltaica per tal de que les càrregues i consums puguin alimentar-se d'aquesta energia generada.

Aquest sistema es complementari a la xarxa elèctrica convencional que actualment aporta energia a la granja, i comportarà una reducció del consum de l'energia elèctrica procedent de la xarxa de distribució.

Amb aquesta aplicació renovable, s'aconseguirà un estalvi energètic amb la consegüent reducció d'emissions i una reducció considerable en la facturació elèctrica.

## 1.2- ABAST

El que pretén aquest projecte és dissenyar el sistema fotovoltaic en una nau intentant obtenir el major estalvi d'energia elèctrica possible. La tecnologia utilitzada tant en panells, estructura, inversors, ... serà la que permeti aconseguir un major estalvi. Aquesta premissa serà la que guiarà totes les eleccions en el projecte

Els tres punts claus en el projecte, és a dir, els que tenen una rellevància important a l'hora d'obtenir un màxim estalvi són els panells fotovoltaics, el grup inversor i l'estructura de suport.

Es farà una valoració de les diferents tecnologies i configuracions que existeixen en el mercat de panells fotovoltaics, inversors i estructura de suport per poder decidir quin és el més adequat per a la instal·lació. Un cop valorades les diverses opcions, s'escollirà la que més convingui segons el criteris de selecció més endavant descrits.

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

---

Es realitzarà un estudi de producció de la planta per poder estimar l'energia autoconsumida i injectada a la xarxa i poder calcular els ingressos i despeses de la planta.

Un cop es tingui la producció, també es realitzarà un estudi de viabilitat econòmica de la planta per decidir si la instal·lació surt o no a compte de realitzar-se.

Finalment, amb el sistema perfectament definit, s'obtindran unes conclusions que serviran per observar la viabilitat econòmica, mediambiental i social de la planta fotovoltaica.

### 1.3- ESPECIFICACIONS BÀSIQUES

#### 1.3.1.- Nau on s'ubicarà la planta

Com ja es veurà més endavant, l'espai que necessitarà la planta fotovoltaica serà de 821,33 m<sup>2</sup>, per tant, la coberta que es necessitarà per a poder realitzar-la haurà de tenir com a mínim aquesta superfície.

La planta s'instal·larà a la vessant orientada cara sud. Aquesta coberta haurà d'estar lliure d'ombres. Al plànol 1 i 2 es pot observar la nau on s'ubicarà la planta.

#### 1.3.2.- Consum i cost elèctric de la granja

La granja té contractats 100 kW amb la companyia elèctrica i té uns consums constants durant tot l'any. Aquest consum es reparteix entre horari diürn i nocturn de la següent forma:

Consum diürn	Consum nocturn
158.648 kWh	86.324 kWh

El preu del kWh generat pel camp fotovoltaic variarà en funció del preu de compra a la comercialitzadora. Per a realitzar els càlculs d'amortització d'aquest projecte s'utilitzarà el valor de 0,15€/Kwh, que és el valor de cost de l'energia en la granja.

#### 1.3.3.- Potència nominal

La potència de la planta fotovoltaica s'ha determinat realitzant un estudi del consum anual de les instal·lacions actuals. D'aquest estudi s'ha pogut concloure que la potència nominal òptima és 80 kWn amb la qual donarem una cobertura a la demanda diürna del 96,6% i d'un 62,5% de cobertura total, autoconsumint el 100% de l'energia generada.

En el cas que hi hagués excedents, evacuarem l'excedent de producció d'energia elèctrica a la xarxa de la companyia elèctrica de la zona, que en aquest cas és Fecsa-Endesa. Concretament s'evacuaria a un PT de 160kVA situat a la finca adjacent. Les normes internes de la companyia elèctrica estableixen que un client sols pot injectar la meitat de la potència del transformador per tant sols podríem injectar 80kVA com a màxim i estem dins del marge.

#### 1.3.4.- Inversor fotovoltaic

L'inversor fotovoltaic, és l'element encarregat de transformar la corrent continua procedent del camp fotovoltaic en corrent alterna amb les mateixes característiques de tensió i freqüència que la xarxa on injecta de forma que l'acoblament sigui correcte. Aquest element haurà de disposar de proteccions contra sobretensions i haurà de ser capaç de desacoblar-se de la xarxa si la tensió varia entre un 0,85 i 1,1 de la tensió de la xarxa o la freqüència baixa per sota dels 49Hz o puja per sobre dels 51Hz. A més a més, aquest equip haurà de disposar de separació galvànica o sistema equivalent.

L'inversor fotovoltaic ha de tenir una potència nominal de 80kW (o el valor més proper a aquest depenent del model d'inversor escollit). Aquesta potència es pot aconseguir mitjançant un sol mòdul trifàsic de 80kWn o amb una combinació d'inversors trifàsics o monofàsics de potències inferiors.

#### 1.3.5.- Potència fotovoltaica

La potència fotovoltaica que marca el fabricant es refereix amb unes condicions estandarditzades. Així si un panell està etiquetat com a panell de 200Wp vol dir que es capaç de generar 200W si li incideix una radiació de 1000W/m<sup>2</sup> i aquest es troba a una temperatura de 25°C (condicions pic). En l'aire lliure no es compleixen gairebé mai aquestes condicions. Els dies que tindrem una radiació de 1000W/m<sup>2</sup> els panells estaran a una temperatura molt superior a 25° i els dies que els panells estaran a 25° o menys els valors de radiació seran molt inferiors a 1000W/m<sup>2</sup>. A part hi hem d'afegir les pèrdues del sistema.

Això vol dir que si es vol que l'inversor treballi el més proper a la seva potència nominal haurem de sobredimensionar el camp fotovoltaic, és a dir, que si volem intentar produir 80kWn haurem d'instal·lar una potència pic superior a 80kW.

Degut a l'experiència en aquest sector i estudis realitzats en la zona de la Península Ibèrica, la potència del camp fotovoltaic hauria de ser un 20% per sobre de la potència màxima de l'inversor. Això fa que necessitem un camp fotovoltaic de 80kWn x 1,2 = 96kWp. El generador fotovoltaic haurà de tenir una potència pic de 96kWp (o el més proper possible segons la configuració i model de panell).

Un cop s'hagi escollit el panell fotovoltaic, dins de l'amplia gama de tecnologies i fabricants, s'haurà de trobar la configuració que més s'apropi a la potència pic.

**1.3.6.- Estructura de suport**

És l'encarregada d'assegurar un bon ancoratge del generador solar, facilitar la instal·lació i manteniment dels panells, a la vegada que proporcionar no només l'orientació necessària, sinó també l'angle d'inclinació idoni per a un millor aprofitament de la radiació. Aquest element ha de ser capaç de subjectar els panells fotovoltaics i ser suficientment resistent a les inclemències del temps, ja sigui pluja, neu, vent, ... garantint una llarga vida útil.

Existeixen diferents tipus d'estructura de suport per a un camp fotovoltaic i l'elecció d'un sistema en concret dependrà del que es vulgui aconseguir.

## 1.4- JUSTIFICACIÓ

El present projecte pretén aconseguir quatre objectius clarament identificables. Bàsicament, el que es pretén amb la producció d'energia elèctrica mitjançant un sistema fotovoltaic és aconseguir el següent:

### - Benefici mediambiental

L'existència de centrals generadores fotovoltaïques permet millorar la qualitat de la xarxa i redueix la producció de la resta de centrals considerades contaminants. D'aquesta forma es redueix la contaminació atmosfèrica, no contribuint a l'efecte hivernacle i tampoc a la pluja àcida.

En el punt 13 a partir de la producció d'energia elèctrica generada es realitza un balanç mediambiental en el que es determinen les quantitats de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO i partícules que es deixen d'emetre a l'atmosfera.

El projecte que es desenvolupa a continuació s'engloba dins del context de la reducció de gasos contaminants i d'una major sensibilització mediambiental per part de la societat, tot això, sota la premissa de complir amb el protocol de Kyoto.

### - Benefici econòmic

El Reial Decret 661/2007, de 25 de Maig, estableix la metodologia per a l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia en règim especial. Per altra banda, el RD 1578/2008 de 26 de Setembre estableix la retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, per a l'esmentada tecnologia.

El 27 de Gener de 2012 apareix el RD Llei 1/2012 amb el qual es paralitza l'atorgament de primes als kWh produïts per les noves instal·lacions d'energies renovables. Per tant la instal·lació d'aquest projecte no es podrà acollir al sistema de primes.

El 18 de Novembre de 2011 apareix el RD 1699/2011 pel qual es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita

potència. Aquesta normativa regula l'autoconsum en directe de l'energia generada i ens permet vendre els excedents a preu de pool.

D'aquesta forma, la instal·lació de connexió a xarxa es planteja com una inversió en estalvi, descomptant els kWh generats, en moments de simultaneïtat amb el consum, directament de la factura elèctrica de les instal·lacions del propietari, i venent els excedents a la distribuïdora a preu de mercat.

#### **- Benefici de sensibilització**

Es poden considerar com a principals els següents:

- Conscienciació dels habitants de la zona en les tecnologies de producció energètica sostenibles i en la cultura de respecte a l'entorn en general i de temes relacionats amb l'energia solar.
- Programació d'activitats educatives relacionades amb l'energia solar i l'ecologia.
- Contacte amb centres educatius de l'entorn.

#### **- Beneficis socials**

Les energies renovables generen més llocs de treball que altres energies més contaminants. Per cada 600.000€ invertits en energia solar es creen entre 4 i 6 nous treballs. La mateixa inversió en energia procedent del petroli només crearia 0,6 llocs de treball.

Els llocs generats per la inversió en energia solar no són estacionaris (lligats a la construcció d'una central, etc), i es distribueixen a petita escala per tot el territori.

## 1.5- ANTECEDENTS

L'activitat que es desenvolupa al Polígon 8, parcel·la 29 del terme municipal de Castellldans (Coordenades UTM: X= 313.863 ; Y= 4.595.234; Huso=31), és una granja de ponedores que actualment consta de 2 edificis per al bestiar i un altre amb funcions de magatzem.

Aquesta activitat requereix subministrament elèctric durant les 24h del dia i durant 365 dies a l'any tant per il·luminació com per condicionament de les instal·lacions, per tant, la despesa energètica és molt important.

Mitjançant la implantació d'una instal·lació d'autoconsum, es pretén disminuir el consum elèctric procedent de la xarxa de distribució i autogenerar la pròpia energia necessària pel funcionament de la granja. Per tant, aquest tipus d'instal·lació es pot considerar una obra de millora respecte el subministrament elèctric actual.

Al voltant de la instal·lació hi ha diversos camps de conreu i algunes vivendes i granges. En la següent imatge es pot observar el conjunt d'espais que rodeja la instal·lació. Al plànol 1 i 2 es pot observar la nau on s'ubicarà la planta.





## 1.6.- NORMES I REFERENCIES

### 1.6.1.- Disposicions Legals i Normes Aplicades

Les diferents disposicions legals, normes d'obligat compliment i normes de no obligat compliment que s'han tingut en compte en la realització d'aquest projecte són, entre d'altres, les esmentades a continuació:

Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) segons el D. 842/2002, de 2 d'agost.

Instruccions Tècniques Complementàries ITC BT 02, 03, 04, 05, 08, 10, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30 i 40.

Instrucció 7/2003 de 9 de setembre de la Direcció General i Mines sobre procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió mitjançant la intervenció de les Entitats d'Inspecció i Control de la Generalitat de Catalunya.

Reial Decret 2818/1998, de 23 de setembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions alimentades per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.

Resolució de 31 de maig de 2001, de la Direcció General de Política Energètica i Mines, per la que s'estableixen el model de contracte tipus i el model de factura per a instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.

Decret 352/2001, de 18 de desembre, sobre el procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica.

Reial Decret 1663/2000, de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.

Llei 54/1997 de 27 de Novembre del Sector Elèctric

RD 436/2004 de 12 de març sobre la metodologia i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial

RD 661/2007 de 25 de Maig sobre la metodologia i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial

RD 6/2009, de 30 de Abril, per el que s'adopten determinades mesures en el sector energètic i s'aprova el l'abonament social.

RD 1578/2008 de 26 de Setembre sobre la retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, per a l'esmentada tecnologia

RD 1955/2000 d'1 de Desembre, pel que es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.

RD 3490/2000 de 29 de Desembre pel que s'estableix la tarifa elèctrica per al 2001

RD 1699/2011, de 18 de novembre, per el què es regula la connexió a la xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.

Norma Bàsica de l'edificació, NBE

Ordenança municipal.

Especificacions tècniques específiques de la companyia elèctrica distribuïdora

Normes UNE d'aplicació.

Altres normes i disposicions projectista

### 1.6.2.- Bibliografia

Els llibres i pàgines web consultades per tal d'obtenir la màxima informació a l'hora de la realització del projecte són les següents:

- Material Sofos Enginyeria S.L.
- Reglament Electric de Baixa Tensió
- Normes Tècniques Particulars de Fecsa-Endesa
- [www.suelosolar.com](http://www.suelosolar.com) (portal dedicat a energies renovables)
- [www.censolar.edu](http://www.censolar.edu) (centre d'estudis de l'energia solar)
- [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com) (portal dedicat a energies renovables)
- [www.solarmax.com](http://www.solarmax.com) (pàgina web oficial dels inversors SMA)
- [www.ibc-solar.es](http://www.ibc-solar.es) (pàgina web oficial dels panells Sunpower)
- [www.xtec.es/~vcelis/solar/solar%203.htm](http://www.xtec.es/~vcelis/solar/solar%203.htm) (web amb informació bàsica d'energies renovables)

### 1.6.3.- Programes de càlcul

- Microsoft Excel

## 1.7- DEFINICIONS I ABREVIATURES

PT: Pal transformador

CC: Corrent Continua

CA: Corrent Alterna

ICP: Interruptor de Control de Potència

IGA: Interruptor General Automàtic

Trafo: Transformador

REBT: Reglament Electrotècnic Baixa Tensió

BT: Baixa Tensió

Inv.: Inversor

CPCC: Caixa de Proteccions de Corrent Continua

CPCA: Caixa de Proteccions de Corrent Alterna

AU: Armari d'unificació

## 1.8- EL SOL I EL SEU APROFITAMENT

El Sol és la principal font d'energia que existeix, ja que gairebé qualsevol altra font d'energia deriva del sol (exceptuant la geotèrmia, nuclear i la de les marees), a part de ser vital per a qualsevol tipus de vida a la terra. Aquesta energia que ens arriba d'aquesta estrella es pot dividir en dos tipus i per tant, en dues maneres diferents d'utilitzar-la.

- El primer tipus d'energia que arriba del Sol és l'energia calòrica o tèrmica, la qual, a partir de les seves característiques es basa en l'aprofitament tèrmic, procés que consisteix en l'absorció de l'energia solar i la seva transformació en calor.

- El segon tipus d'energia que és l'anomenada energia fotònica, la qual, a causa de les seves característiques, fa que haguem de dir a terme la conversió fotovoltaica, procés que permet de transformar-la directament en energia elèctrica o qualsevol altre tipus d'energia.

Aquests dos tipus es descriuen a continuació.

### **Energia calòrica o tèrmica**

És aquell tipus d'energia que és transmet entre dos cossos que es troben a diferent temperatura. Un element molt important que hi participa és la calor. Aquesta la podem definir com aquella vibració de molècules que té lloc a qualsevol cos. Aquesta vibració que té lloc en el cos es tracta de moviment. Una de les finalitats per el qual utilitzem la energia solar, o en aquest cas, l'energia calòrica és per a causar moviment en diverses màquines o en altres cossos.

Quan s'aprofita directament la calor a través de diversos aparells que l'emmagatzemen i la transformen en algun tipus de treball, podem estar parlant d'energia solar. La transferència de calor es produeix a partir de tres processos físics molt importants. Aquests processos són els següents:

- La conducció, procés que requereix un contacte físic entre els cossos, o parts dels cossos que estan produint una transferència de calor.

- La radiació, procés que no necessita que els cossos estiguin en contacte ni que hi hagi cap tipus de matèria entre ells. En aquest cas hi podem introduir la transferència de calor que rep la Terra del Sol.

- La convecció, el qual es produeix a través del moviment d'un líquid o un gas que es troba en contacte amb un cos que està a una temperatura diferent.

La calor representa la quantitat d'energia que un cos transfereix a un altre com a conseqüència d'una diferència de temperatures que es troba entre dos cossos. El seu caràcter energètic permet de convertir-la en treball mecànic el qual es pot utilitzar per resoldre necessitats humanes. Per utilitzar aquest treball existeixen diferents sistemes. El més utilitzat són els col·lectors. En un ús més generalitzat, per tal de convertir l'energia del sol en treball s'han creat les centrals heliotèrmiques.

### **Energia fotònica**

Per aprofitar aquest tipus d'energia es duu a terme el procés conegut com a conversió fotovoltaica o fotoelectricitat. L'element més important d'aquest tipus d'energia és el fotó, element que el podem definir com aquella quantitat d'energia en forma de radiació electromagnètica que ha estat emesa o absorbida per la matèria. Per tal d'utilitzar aquesta energia s'ha desenvolupat el sistema fotovoltaic.

La clau del desenvolupament de la conversió fotovoltaica han estat els elements semiconductors. El silici, el germani, l'arsenur de gal·li, el sulfur de cadmi i alguns altres elements tenen la característica de ser portadors de dos tipus de corrent elèctric, un amb electrons lliures, capaços de viatjar pel vidre i un altre anomenat buit, dotat de càrrega positiva. hi ha semiconductors en els quals predomina la conducció per buits, els quals són també coneguts com els tipus p, i en altres predomina la conducció d'electrons lliures, els anomenats, tipus n.

El procés per aprofitar l'energia fotònica del Sol s'anomena conversió fotovoltaica. Consisteix en la transformació directa de l'energia lluminosa en energia elèctrica. Per a dur-ho a terme cal recórrer a uns dispositius que s'encarreguen de realitzar aquesta conversió, les cèl·lules fotovoltaïques.

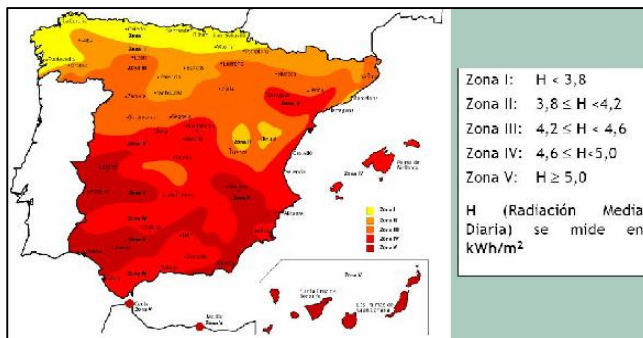
- Una cèl·lula fotovoltaica és un dispositiu que està constituït per una plaqueta feta de materials semiconductors de gran puresa, la qual està proveïda d'elèctrodes d'entrada i de sortida. Quan la llum hi incideix a sobre, tenen lloc una sèrie de fenòmens que generen una força electromotriu capaç d'arribar a produir corrent elèctric. Les cèl·lules es munten sobre els anomenats panells solars. Aquests presenten dues característiques importants:

- El seu rendiment és directament proporcional a la densitat de radiació solar que hi ha en aquell moment.

- Un augment de la temperatura de funcionament determina directament una disminució del rendiment del procés.

## 1.9.- MAPA DE RADIACIONS

Espanya és un dels països de la Unió Europea on la radiació per m<sup>2</sup> és més elevada. Aquest fet més els incentius que ha donat el Govern per a implantar energies renovables ha fet que el sector de la fotovoltaica creixes moltíssim durant aquests últims anys. Dins de la Península Ibèrica existeixen diverses zones on aquesta radiació és millor.

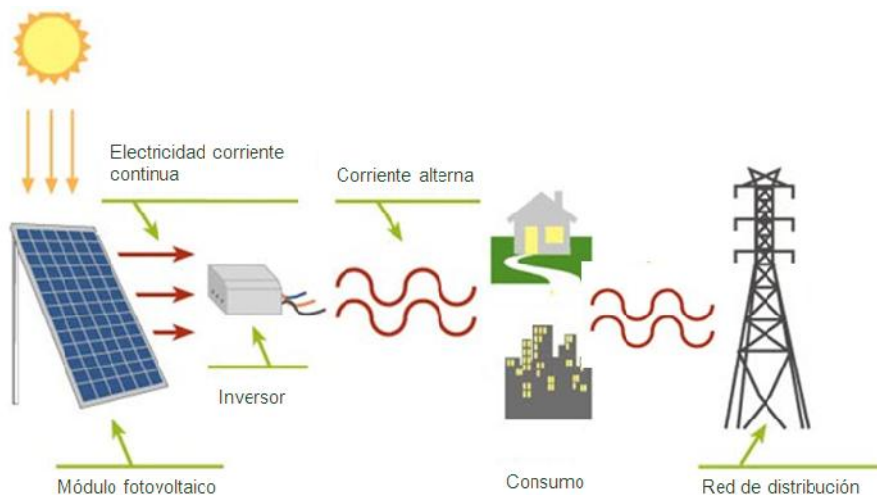


A l'annex I es pot observar el mapa de radiacions espanyol i europeu així com les previsions d'instal·lacions fotovoltaïques en el futur.

A l'annex I també es pot observar l'historial de l'energia fotovoltaica a Espanya des del 2005 fins al 2010 i l'evolució del sector en els últims anys.

## 1.10. DESCRIPCIÓ D'UN CAMP FOTOVOLTAIC PER AUTOCONSUM CONNECTAT A XARXA

La instal·lació fotovoltaica de connexió a xarxa respon al següent esquema:



El generador fotovoltaic està format per una sèrie de mòduls del mateix model connectat elèctricament entre si i s'encarrega de transformar l'energia del sol en energia elèctrica, generant una corrent contínua proporcional a la irradiància solar que incideix sobre aquests. No obstant, no és possible injectar directament l'energia del generador fotovoltaic a la xarxa elèctrica, necessitant ésser transformada en corrent alterna per tal d'acoblar-se a la mateixa.

Aquesta corrent es condueix fins a l'ondulador que, emprant la tecnologia de potència, la converteix en corrent alterna a la mateixa freqüència i tensió que la xarxa elèctrica i d'aquesta manera queda disponible per a qualsevol usuari.

Seguidament l'energia transformada es connecta al quadre interior de baixa tensió, i un cop allí es distribueix als diferents consums. L'energia excedentària es conduïda, per la línia d'entrada, al comptador bidireccional on es exportada i comptada per a la seva posterior venda a l'empresa distribuïdora d'acord amb el Reial Decret 1699/2011 anteriorment esmentat, que determina la venda dels excedents a preu de mercat (pool) d'uns 0,05 €/kWh.

A l'annex II es pot observar els tràmits necessaris per donar d'alta una instal·lació fotovoltaica connectada a xarxa així com un resum del Real Decret 661/2007 , 1578/2008 i 1699/2011 que són els tres RD que regulen el sector de les renovables.

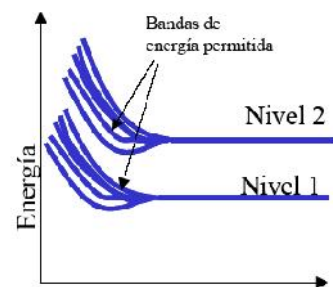


## 1.11- ANÀLISIS D'ALTERNATIVES

A continuació es realitza un anàlisi detallat de les diferents alternatives existents en cada tipus d'instal·lació projectada en aquest projecte.

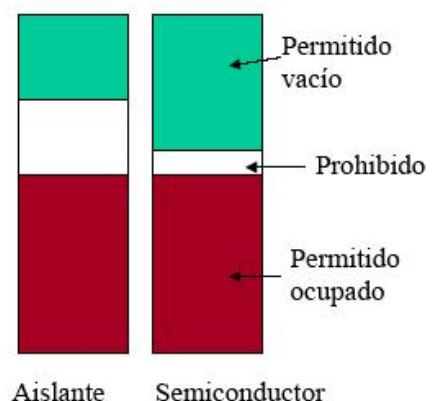
### 1.11.1.- Panell fotovoltaic.

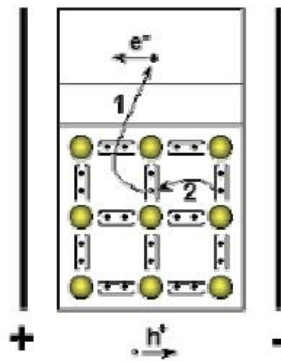
Per poder entendre el comportament d'un panell fotovoltaic prèviament s'ha d'entendre el funcionament d'un semiconductor. El silici (Si) és un material semiconductor, es comporta com a conductor o com aïllant depenent del camp elèctric aplicat. Els àtoms de Si en la xarxa cristal·lina formen 4 orbitals híbrids 3sp (estructura tetraèdrica com la del carboni) amb 4 electrons en la capa de valència i 4 vacants.



Els nivells d'energia dels electrons en un àtom aïllat estan ben definits, però quan interacciona amb altres es pertorben, de manera que si en N àtoms iguals que interaccionen es mira conjuntament el que tindria que ser el mateix nivell energètic, aquest apareix desdoblant en N nivells molt pròxims, aquesta banda que es produeix s'anomena banda d'energia. Una banda d'energia pot arribar a ajuntar-se amb una altra de pròxima o bé estar separada per una franja anomenada d'energia prohibida. La banda d'energia més alta que conté electrons s'anomena banda de valència, mentre que la més baixa en la que hi han forats no ocupats s'anomena banda de conducció.

En el Si els 4 electrons 3sp es troben en la banda de valència, i aquesta es troba lleugerament separada de la banda de conducció, fa falta proporcionar una energia de 1,1 eV perquè un electró sigui alliberat a la banda de conducció. A temperatura ambient existeix un nombre petit d'electrons en la banda de conducció. L'electró que s'allibera deixa un espai buit que pot ser ocupat per un altre electró de la banda de valència d'un àtom veí, per lo que l'espai buit es desplaça.





Sota l'acció d'un camp elèctric hi ha un desplaçament d'electrons de la banda de conducció en la direcció oposada al camp i un desplaçament d'espais en la mateixa direcció que el camp. Ambdós fenòmens contribueixen a la conducció elèctrica. Els electrons poden caure des de l'estat energètic corresponent a la banda de conducció, a un espai en la banda de valència llibertant energia. A aquest fenomen se l'anomena recombinació. Succeeix que, a una determinada temperatura, les velocitats de creació de parells e-h, i de recombinació s'igualen, de manera que la concentració global d'electrons i espais resulten invariables.

Si a un semiconductor intrínsec com l'anterior se li afegeix un petit percentatge d'impureses, és a dir, elements trivalents o pentavalents, el semiconductor es denomina extrínsec i es diu que està dopat. Un semiconductor extrínsec tipus n és el que s'ha dopat amb elements pentavalents, al tenir aquests 5 electrons en la última capa, resultarà que al formar-se com abans l'estructura cristal·lina, el quint electró no estarà lligat a cap enllaç covalent, trobant-se, tot i no estar lliure, en un nivell energètic superior als 4 restants. Així mateix en el semiconductor tipus p apareixerà una major quantitat d'electrons que d'espais.

Pel que fa als semiconductors extrínsecs tipus p, són aquells que s'han dopat amb elements trivalents. Les impureses aporten una vacant, que no és un espai com el format abans amb el salt d'un electró, sinó que té un nivell energètic lleugerament superior al de la banda de valència. En aquest cas els electrons saltaran a les vacants amb facilitat deixant espais en la banda de valència en major número que electrons en la banda de conducció, de mode que ara són els espais els portadors majoritaris.

#### Diode pn

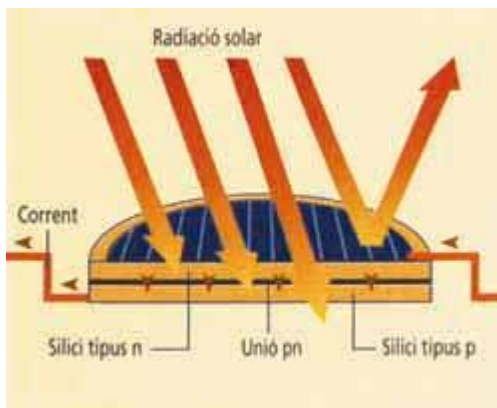
Un diode ideal és un dispositiu que permet el pas de la corrent elèctrica en una única direcció. Els diodes pn són unions de 2 materials semiconductors extrínsecs tipus p i n, per lo que també reben la denominació d'unió pn. A l'unir ambdós cristalls es produeix la difusió d'espais des del cristall p al n i d'electrons des del cristall n al p, deixant càrregues fixes no compensades en una zona a ambdós costats de la unió (zona de càrrega espacial zce, del ordre de 0,5 micres), que crea una diferència de tensió (de 0,7V en el Si) que acaba detenint el procés de difusió.

## Cèl·lula fotovoltaica

La següent figura mostra un esquema de l'estructura d'una cèl·lula fotovoltaica. Els fotons que incideixen en el semiconductor pn amb energia superior a l'amplada de banda prohibida generen un par "electró-buit". Per difusió molts d'aquests paires arriben a la zce de la unió p-n en on el camp elèctric existent els separa abans que puguin recombinar-se.

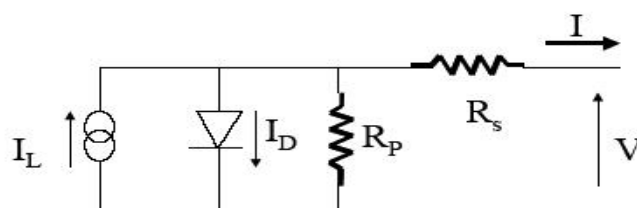
La connexió en polarització directa permet la conducció de la corrent elèctrica, però produeixen pèrdues de recombinació que són dependents del voltatge aplicat. Així, la corrent entregada a una càrrega externa per un diode semiconductor il·luminat és el resultat net de dos components interns: la corrent fotogeneradora o fotocorrent  $I_L$  i la corrent de foscor  $I_D$  degut a la recombinació de portadors que produeixen el voltatge extern:

$$I = I_L - I_D$$



Els fotons amb energia inferior a l'amplada de banda prohibida (EG) no produeixen fotogeneració (pèrdues de no-absorció). Una part dels fotons amb energia major que EG creuen el cristall sense ser absorbits (pèrdues de transmissió), i una altra part es reflecta en la superfície (pèrdues de reflexió). No tots els portadors fotogenerats poden incorporar-se a la corrent externa, doncs es generen lluny de la zce i es recombinen abans d'arribar-hi. En altres paraules, hi ha un rendiment de col·lecció fins i tot quan no hi ha potencial extern aplicat, cèl·lula en curtcircuit.

En una cèl·lula solar real existeixen altres efectes extrínsecs, com la resistència sèrie i les fugues de corrent proporcionals a la tensió, que poden caracteritzar-se per una resistència en paral·lel. Així, una cèl·lula solar pot representar-se mitjançant el següent circuit equivalent:



El potencial extern que veu el diode i la resistència en paral·lel és ara  $V+IR_s$ . L'equació característica de la cèl·lula solar es pot escriure de la següent forma:

$$I = I_L - I_0 \left[ \exp\left(\frac{e(V + IR_s)}{mkT}\right) - 1 \right] - \frac{V + IR_s}{R_p}$$

### **Tipus de panells fotovoltaics en funció del material que estan fabricats:**

#### **- Silici Pur Monocristal·lí**

Basat en seccions d'una barra de silici perfectament cristal·litzada en una sola peça. En el laboratori han arribat a rendiments del 25,7% però els que es comercialitzen ronden un rendiment del 16%.

#### **- Silici Pur Policristal·lí**

Els materials són semblants als del tipus anterior tot i que en aquest cas el procés de cristal·lització del silici és diferent. Els panells policristal·lins es basen en seccions d'una barra de silici que s'ha estructurat desordenadament en forma de petits cristalls. Són visualment molt fàcils de reconèixer per presentar una superfície amb un aspecte granulat. S'obté un rendiment inferior als monocristal·lins (en el laboratori del 19,8% y el mòduls comercials 14%, sent el seu preu també més baix.


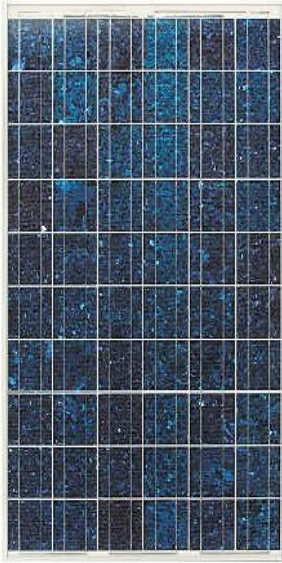

#### **- Capa fina**

Per les característiques físiques del silici cristal·litzat, els panells fabricats amb aquesta tecnologia presenten un gruix considerable.

Mitjançant la utilització de silici amb una altra estructura o mitjançant altres materials semiconductors es possible aconseguir panells més fins i més versàtils que permeten en alguns casos la seva adaptació a superfícies irregulars. Són els denominats panells de capa fina dins dels quals hi ha:

- Silici amorf (TFS): Basats també en el silici, però a diferència dels anteriors, aquesta material no segueix cap estructura cristal·lina. Panells d'aquest tipus són utilitzats per a petits dispositius electrònics y en petits panells portàtils. El seu rendiment al laboratori arriba al 13% sent un 8% als mòduls comercialitzats.

- Tel·lur de cadmi: Una altra tecnologia que té un rendiment d'un 16% al laboratori i un 8% en panells comercials.
- Arseniür de Gal·li: Un dels materials més eficaços presenta uns rendiments al laboratori del 25,7% sent els comercials del 20%. Malauradament és una tecnologia molt recent que té un cost molt elevat fent les plantes fotovoltaïques no rentables.
- Diseleniur de coure en indi: Aquest tipus de tecnologia ronda un rendiment del 17% en laboratori i un 9% en mòduls comercials

		
Panell Monocristal·lí	Panell Policristal·lí	Panell de Silici Amorf

## **Fabricació dels mòduls fotovoltaics**

El procés de fabricació d'una placa fotovoltaica, sigui mono o policristal·lina, el podem dividir en quatre fases, cadascuna amb les seves característiques i processos que les caracteritza.

### **- Primera fase: Obtenció del silici**

A partir de les roques que són riques en quars i mitjançant processos de reducció amb carbó, s'obté silici amb una puresa aproximada del 99%, anomenat silici de grau metal·lúrgic. Després es purifica mitjançant procediments químics. El material obtingut es denomina silici grau semiconductor, el qual és la base d'aprovisionament de les indústries de fabricació de cèl·lules. Per a usos específicament solars són suficients concentracions d'impureses de l'ordre d'una part de milió. El silici que té aquesta concentració se'l denomina silici grau solar. Existeixen actualment tres possibles procediments per a l'obtenció de silici de grau solar (tots en fase experimental) que proporcionen un producte quasi tan eficaç com el silici de grau semiconductor i són més barats.

### **- Segona fase: Cristal·lització:**

Un cop fos el silici i abans de solidificar-lo de forma cristal·lina, se li extreu la llavor. Es pot solidificar seguint diferents mètodes i a partir d'això, s'obté silici en lingots o làmines. La diferència principal en l'obtenció d'estructures monocristal·lines i policristal·lines es troba en el grau de puresa del silici durant el creixement i la recristal·lització.

### **- Tercera fase: Obtenció de cèl·lules i làmines:**

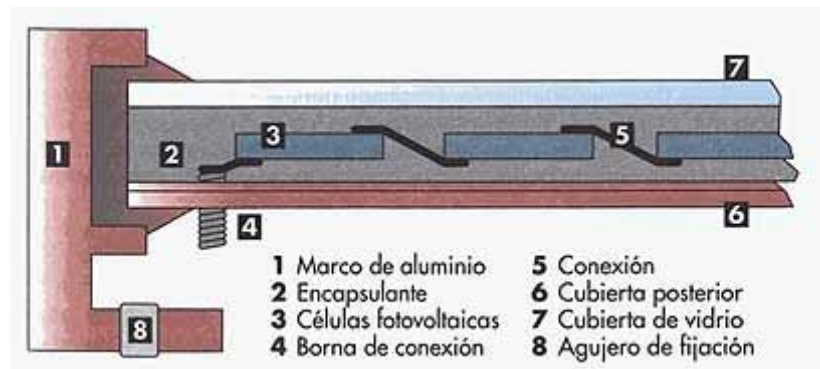
Hi té lloc el procés de la tallada, fet molt important ja que suposa una pèrdua important de material. L'espessor de les cèl·lules sol ser entre 2 i 4 mm de gruix.

- Quarta fase: Fabricació del mòdul:

Quan obtenim la cèl·lula, cal millorar la seva superfície, ja que aquesta presenta diverses irregularitats i defectes deguts al tall. També cal retirar de la cèl·lula, mitjançant un procés de decepció, les restes que pot portar. Amb la cèl·lula ja neta comença el procés de textura (només amb cèl·lules monocristal·lines) per a obtenir una superfície que absorbeixi millor la radiació solar. Després es duu a terme la unió pn mitjançant la deposició de diferents materials i la seva integració en l'estructura del silici cristal·lí.

El pas següent és la formació dels contactes metàl·lics de la cèl·lula, en forma de reixeta per la cara il·luminada per Sol, i continu per a la cara posterior. La formació es realitza mitjançant tècniques serigràfiques, encara que últimament la tecnologia làser s'està implantant ja que se'n poden obtenir de millor qualitat i rendiment.

Finalment, es pot afegir una capa antirreflexiva sobre la cèl·lula, amb la finalitat de millorar les possibilitats d'absorció de la radiació solar. Una vegada acabats els processos sobre la cèl·lula, s'ha de comprovar el seu correcte funcionament, i després de la comprovació s'encapsulen, interconnecten i munten en els mòduls.



### Fabricants de panells:

Tot seguit es comenten diversos fabricants de panells existents en el mercat

- |                      |               |          |           |
|----------------------|---------------|----------|-----------|
| - Sunpower           | - Solar World | - Schüco | - Sharp   |
| - Mitsubishi         | - Rec solar   | - Atersa | - Sanyo   |
| - Isofoton           | - Flexcell    | - lbc    | - Eurener |
| - Fabricants xinesos |               | - etc    |           |



### 1.11.2.- Inversor

L'inversor és l'element encarregat de transformar l'energia elèctrica en forma de corrent continua procedent del generador fotovoltaic en corrent alterna segons les especificacions de la xarxa elèctrica on s'injectarà aquesta energia. El funcionament del inversors és bàsicament igual en tots els tipus.

Treballen connectats pel seu costat DC a un generador fotovoltaic, i pel seu costat AC a un transformador (o equivalent) que adapta la tensió de sortida de l'ondulador a la de la xarxa. Aquest transformador permet a més, l'aïllament galvànic entre la part DC i la AC.

Disposa d'un microprocessador encarregat de garantir una corba sinusoïdal amb una mínima distorsió. La lògica de control emprada garanteix un funcionament automàtic complert i el seguiment del punt de màxima potència (MPP) i evita les possibles pèrdues durant períodes de repòs (Stand-By).

Així, poden transformar en corrent alterna i lliurar a la xarxa tota la potència que el generador fotovoltaic genera a cada instant, funcionant a partir d'un llindar mínim de radiació solar.

A més, permet la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, evitant el funcionament en illa, garantia de seguretat per als operaris de manteniment de la companyia elèctrica distribuïdora. Els llindars permesos són:

- En freqüència.- 51 a 49 Hz
- En tensió.- 1.1 Um a 0,85 Um

També actua com un controlador permanent d'aïllament per a la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de resistència d'aïllament. Juntament amb la configuració flotant per al generador fotovoltaic garanteix la protecció de les persones.



### 1.11.2.1.- Monofàsic o trifàsic

L'única diferencia entre aquests tipus d'inversors és si injecten l'energia a 230V (P+N) o a 400V (R+S+T+N). En general, per a inversors inferiors 10kW de potència nominal solen ser inversors monofàsics i per a inversors superiors o iguals a 10kWn solen ser trifàsics. També es pot aconseguir un sistema trifàsic mitjançant la utilització de varis inversors monofàsics. L'elecció d'un model o un altre depèn del sistema a configurar.





### 1.11.2.2.- Amb transformador o sense transformador

Per transformar la corrent continua a corrent alterna es poden utilitzar inversors amb transformador o inversors sense transformador, que utilitzen l'electrònica per a reproduir el mateix efecte que un transformador. El rendiment dels dos és molt semblant i en tots els casos al voltant el 95%.

L'inversor sense transformador sol ser més petit que el seu equivalent amb transformador ja que el transformador sol ocupar la major part d'espai de l'inversor.

L'única cosa a tenir en compte és que l'inversor sense transformador garanteixi un equivalent a la separació galvànica que s'obté amb inversors amb transformador.

	
Sense Transformador (4,6kW)	Amb transformador (5kW)

Tot seguit es comenten diversos fabricants d'inversors existents en el mercat

- SMA
- Solarmax
- Ingeteam
- Saft Power
- Fronius
- Schüco
- etc

### 1.11.3.- Estructura de suport

És l'encarregada de subjectar els panells i, alhora donar-los-hi la orientació i inclinació òptima per a poder tenir un major aprofitament de la radiació solar.. Aquesta ha de garantir una vida útil a l'exterior. utilitzant materials resistents contra la corrosió i altres inclemències de la vida en l'exterior.

Bàsicament existeixen 2 tipus d'estructures de suport segons la inclinació i la orientació de la coberta de la nau.

#### 1.11.3.1.- Estructura inclinada

Es tracta d'una estructura composta per escaires d'alumini i perfils d'alumini o d'acer galvanitzat. Primerament es realitza una subestructura cargolant els perfils a les bigues de la coberta per a transmetre els esforços a una part resistent estructuralment. Seguidament es col·loca una altra tramada de perfils per donar l'orientació òptima i finalment es col·loquen els escaires d'alumini per a donar la inclinació adequada. Aquest sistema



s'utilitza en cobertes mal orientades i amb un angle d'inclinació  $< 10^\circ$  ja que el fet de tenir una mala orientació i inclinació fa que la producció d'energia decreixi. En el cas de Catalunya, tenint en compte la seva latitud, l'angle d'inclinació òptim per a una estructura inclinada és de  $30^\circ$  amb una orientació de  $0^\circ$  respecte al Sud.

Hem de tenir en compte que aquest tipus d'estructura necessita una superfície elevada perquè s'ha de tenir en compte la projecció de l'ombra que fan els panells.

### 1.11.3.2.- Estructura coplanar

Aquest tipus d'estructura consisteix en la col·locació d'una tramada de perfils d'acer galvanitzat o alumini paral·lels a les biguetes de la coberta i una altra tramada cargolada per respectar la distància dels forats dels panells i poder així fixar-los adequadament.

Aquest sistema s'utilitza en naus molt ben orientades amb una vessant de la coberta aproximadament a 0° cara Sud i amb una inclinació major o igual a 10°.



planta en la edificació



Amb aquest sistema no s'aconseguirà la mateixa producció que amb el sistema d'escaires però aconseguim estalviar material i també ocupem menys espai en la coberta. A més a més les carregues de vent no hi afectaran tant com en el primer sistema. També s'ha de tenir en compte que en determinades ordenances municipals s'exigeix el menor impacte visual i aquest tipus d'estructura es el més adient per a l' integració visual de la

## 1.12. RESULTATS FINALS

### 1.12.1.- Panell fotovoltaic

Tot seguit es presenta una taula de decisió on s'han puntuat 5 aspectes importants per a l'elecció del panells.

El primer i més important és la del rendiment de la placa (1-10). També s'ha puntuat el cost del panell, facilitat d'instal·lació i manteniment i garanties que dona el fabricant (1-5).

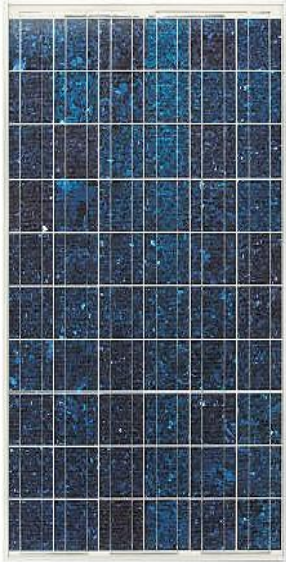
TAULA DE DECISIÓ	PANELL POLICRISTAL·LÍ	PANELL MONOCRISTAL·LÍ	PANELL SILICI AMORF	PANELL XINES POLICRISTAL·LÍ	PANELL XINES MONOCRISTAL·LÍ
Rendiment del panell (1-10)	9	10	5	8	9
Cost (1-5)	4	2	5	5	3
Facilitat de la instal·lació (1-5)	5	5	5	5	5
Facilitat del manteniment (1-5)	5	5	5	5	5
Garanties del fabricant (1-5)	5	5	5	2	2
Puntuació total	28	27	25	25	24

Actualment, si el que es pretén és maximitzar la producció en el mínim espai la solució es utilitzar panells cristal·lins. Els panells de capa fina són més econòmics pera la relació potència/superfície és molt desfavorable.

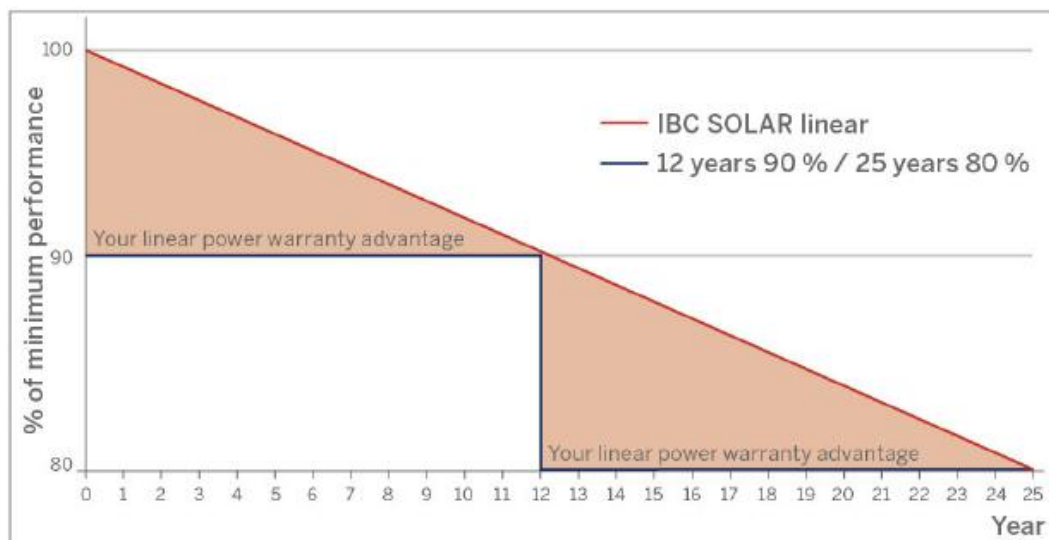
Entre els cristal·lins el que té més relació rendiment/preu és el policristal·lí, per tant el panell a utilitzar serà un policristal·lí tal i com es pot veure a la taula anterior. Concretament existeix en el mercat els panells de la marca IBC que són dels que tenen una millor relació rendiment/preu actualment i a més a més es una marca alemanya amb una gran experiència en el sector.

D'acord amb les característiques tècniques mostrades a continuació, el generador fotovoltaic estarà format per un total de 404 panells IBC 240 obtenint una potència pic de 96,96 kWp. Aquests estaran repartits per 4 inversors de 15 kWn amb 2 series de 19 panells i dos series de 18 panells cada un, i 2 inversors de 10 kWn amb 3 series de 18 panells cada un (els inversors que aquí es comenten seran descrits al punt 12.2).

Als plànols 3 i 4 es pot veure la distribució de panells en la coberta així com el cablejat entre mòduls i inversors.

PANELL IBC 240		
	CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES	
	Potència Nominal (-0/+5W)	240 Wp
	Eficiència	14,7%
	Vmpp	30,0 V
	Voc	37,2 V
	Isc	8,56 A
	Impp	8,01 A
	Voltatge màxim entrada	1000 V
	TNOC	48°
	Dimensions (mm)	1.650 x 992 x 45
	Pes	19 kg

Aquest panell te una garantia lineal de producció durant els primers 25 anys com podem veure en la gràfica següent.



A l'annex VIII de documentació tècnica es pot observar la fitxa tècnica més detallada del panell fotovoltaic.

### 1.12.2.- Inversor

Com ja s'ha comentat en l'apartat 11.2 no existeix gairebé diferència, pel que fa al funcionament, entre els diferents tipus d'inversors. L'únic paràmetre significatiu a l'hora d'escollir l'inversor és intentar aconseguir una major producció.

Tot seguit es mostra una taula de decisió per escollir la configuració dels inversors. S'ha utilitzat els mateixos paràmetres de decisió que el panell fotovoltaic.

TAULA DE DECISIÓ	INVERSOR TRIFASIC AMB TRAFO	INVERSOR MONOFASIC AMB TRAFO	INVERSOR TRIFASIC SENSE TRAFO	INVERSOR MONOFASIC SENSE TRAFO
Producció (1-10)	10	9	10	9
Cost (1-5)	4	4	5	5
Facilitat de la instal·lació (1-5)	5	5	5	5
Facilitat del manteniment (1-5)	5	5	5	5
Garanties del fabricant (1-5)	5	5	5	5
<b>Puntuació total</b>	29	28	30	29

Segons la taula adjunta, la utilització de diversos inversors més petits en lloc d'un únic inversor ajuda a sectoritzar el generador fotovoltaic, aconseguint d'aquesta forma que una aturada o una fallada en un sector no afecti al sistema global.


És per aquesta raó que es col·locaran 4 inversors de 15 kWn que suportaran 17,76 kWp cadascun i 2 inversors de 10 kWn amb 12.96 connectats a cada un..

Per aconseguir un grup inversor es pot procedir de dos formes lògiques. Una és col·locar un únic inversor trifàsic, l'altra és col·locar 3 inversors monofàsics. L'elecció es col·locar inversors trifàsics per evitar descompensació entre fases, amb la corresponent pèrdua de producció per un mal funcionament.

Respecte a utilitzar inversors amb trafo o sense, segons la taula anterior tindria més sentit utilitzar-ne sense trafo ja que s'aconsegueix rendiments iguals als altres però amb menys espai i cost inferior.

L'inversor escollit és un inversor de la marca Solarmax models 10MT i 15MT, sent Solarmax una de les marques més importants al sector.



INVERSOR Solarmax			
	CARACTERÍSTIQUES TÈCNiques		
	<i>Model</i>	10 MT	15 MT
	<i>P<sub>nom</sub> (W)</i>	10.000	15.000
	<i>V<sub>min</sub> MPP(V)</i>	290	430
	<i>V<sub>màx</sub> MPP (V)</i>	900	
	<i>U<sub>nom</sub> (V)</i>	3x400	
	<i>europèu (%)</i>	97,5%	
	<i>Dimensions (mm)</i>	550 x 750 x 200	
	<i>Pes (kg)</i>	39	
	<i>Distorsió harmònica (%)</i>	<3%	
	<i>Factor de potència</i>	0.8 (seleccionable)	
	<i>Consum stand-by (W)</i>	0	
	<i>I<sub>màx</sub>, entrada (A)</i>	2x18	
	<i>IP</i>	65	

A l'annex VIII de documentació tècnica es pot observar la fitxa tècnica més detallada de l'inversor fotovoltaic.



### CARACTERÍSTIQUES ELÈCTRIQUES DEL GENERADOR SOLAR (SOLUCIÓ ADOPTADA PER CADA INVERSOR DE 10kW i de 15kW)

Amb aquesta taula es pot observar que el rang de funcionament del panell fotovoltaic està dins dels marges que pot aguantar l'inversor.

DADA	VALOR	
	10 MT	15 MT
▪ Potència (Wp)	12.960	17.760
▪ Corrent de curtcircuit (A) per branca	8,56	
▪ Corrent de curtcircuit (A) per ondulator	$8,56 \cdot 3 = 25,68$	$8,56 \cdot 4 = 34,24$
▪ Corrent de curtcircuit (A) per branca (*)	8,76	
▪ Corrent de curtcircuit (A) per ondulator (*)	$8,76 \cdot 3 = 26,28$	$8,76 \cdot 4 = 35,04$
▪ Corrent de màxima potència (A) per branca	8,01	
▪ Corrent de màxima potència (A) per ondulator	$8,01 \cdot 3 = 24,03$	$8,01 \cdot 4 = 32,04$
▪ Tensió circuit obert (V) per ondulator	$37,2 \cdot 18 = 669,6$	$37,2 \cdot 19 = 706,8$
▪ Tensió circuit obert (V) per ondulator (**)	$38,43 \cdot 18 = 691,7$	$38,43 \cdot 19 = 730,2$
▪ Tensió de màxima potència (V) per ondulator	$30 \cdot 18 = 540$	$30 \cdot 19 = 570$
▪ Número de mòduls en sèrie per ondulator	18	18 - 19
▪ Número de branques en paral·lel per ondulator	2+1	2+2
▪ Tensió d'alterna trifàsica (V)	400	400

(\*) Calculat tenint en compte l'augment de la intensitat en % per cada grau centígrad (60°C)

(\*\*) Calculat tenint en compte el decrement de la tensió en % per cada grau centígrad (-10°C)

### 1.12.3.- Estructura de suport

Tot seguit es mostra una taula de decisió per avaluar quin tipus d'estructura és la més adient per al camp fotovoltaic. S'han valorat els mateixos paràmetres que en els panells i inversors.

TAULA DE DECISIÓ	ESTRUCTURA SUPERPOSADA	ESTRUCTURA INCLINADA
Producció/Superfície (1-10)	5	6
Cost (1-5)	5	4
Facilitat de la instal·lació (1-5)	5	5
Facilitat del manteniment (1-5)	5	5
Garanties del fabricant (1-5)	5	5
Puntuació total	25	25

El sistema escollit és l'estructura sobreposada, ja que la orientació de la coberta es pràcticament cara sud i la diferencia d'inclinació entre posar escaires i no fer-ho no compensa el sobre cost en el projecte.

La finalitat d'aquesta tipologia d'estructura es la de minimitzar la relació producció/preu. Amés a més, al ser una instal·lació sobre coberta, s'ha volgut reduir l'impacte visual.

L'estructura proposada per al suport dels panells sobre la coberta, consisteix en un sistema modular que permet un fàcil i ràpid muntatge, format per components fabricats en alumini.

Per a la fixació entre elements de l'estructura, s'utilitza cargols i elements d'unió fabricats en acer inoxidable i que es poden obtenir en qualsevol distribuïdor de material de bricolatge.

El muntatge d'aquest sistema és molt senzill, primer s'ancoren un conjunt de guies i perfils d'alumini al forjat de la coberta, mantenint les precaucions necessàries per a conservar l'estanquitat i evitar l'aparició de goteres. Un cop fixades aquestes guies, sobre elles s'ubiquen, mitjançant unes grapes especials d'acer galvanitzat, els panells.

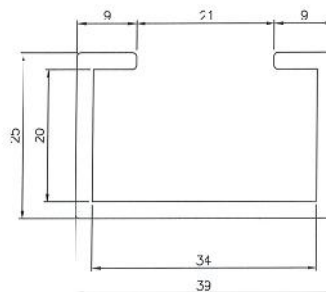


A continuació es mostren els diferents components, elements de fixació y accessoris; que conformen l'estructura que suporten els panells:

- Grapes: Les grapes es fabricaran en alumini i uniran els panells entre si i amb els carrils, creant una separació entre mòduls de 2 cm facilitant així la seva ventilació i causant així una millora global del rendiment de la instal·lació.



- Perfil: Carril perforat d'alumini amb dimensions 39x25 mm. Aquest perfil es fixa mitjançant cargols a la coberta, sobre ell es muntaran i s'uniran panells mitjançant les grapes.



- Cargols i accessoris: L'única funció d'aquests components fabricats en acer inoxidable és la unió dels anteriors elements, entre ells i amb la coberta. Els més comuns són:



Unió carrils



Femelles de suports

Cargols Allen M8 x 30

Cargols Allen M8 x 45

Cargols Allen M10 x 30

L'ancoratge de les estructures sobre la coberta és senzill i ràpid. El primer pas és perforar la xapa i la biga o corretja, col·locant prèviament en la part superior una platina metàl·lica que s'adapta a la forma del relleu de la coberta per assegurar l'estanquitat. Al forat s'introdueix un cargol autoroscant, la longitud del qual dependrà en funció de la necessitat, i s'uniran tots els elements esmentats (platina, panell sandvitx i biga). Per acabar de fixar l'ancoratge es col·locarà una femella i una volandera de goma, per a exercir la pressió sobre tot el conjunt. Els carrils d'alumini es muntaran sobre els sortints d'aquestes rosques, fixant-se mitjançant femelles, podent així muntar sobre elles els panells.

El fet que l'estructura estigui superposada en la coberta de la nau minimitzarà els efectes del vent ja que pràcticament l'estructura només tindrà que suportar el pes de la instal·lació.

#### 1.12.4.- Seccions de cablejat

##### Tensions de treball

La tensió en contínua serà el número de mòduls en sèrie per la seva tensió de treball. En la caixa de proteccions de contínua, ens arribarà la mateixa tensió, on disposarem d'un fusible de 10A, 1000V.

Les condicions en el tram de CA venen establertes per l'inversor, el qual les adaptarà a les de la línia on injectarà l'energia; en aquest cas una tensió de 400V amb una freqüència de 50 Hz.

Zona	Tensió
Panells - Inversor	19 mòduls x 30V = 570V
Inversor - CPCA	400V
CPCA – Embarrat Escomesa General	400V

##### Secció cablejat

S'emprarà cable de Cu flexible, classe 5, amb aïllament XPLE, de secció segons càlculs adjunts, tan per al tram de contínua, que transcorre des de les caixes de connexió de cada mòdul fins a l'ondulador, com per al tram d'alterna, des de l'ondulador fins al punt de connexió. En la part de CC, els cables de cada pol es conduiran independentment (els positius per un tub i els negatius per un altre). En la part de CA, s'utilitzarà cablejat tetrapolar.

L'elecció de la secció de cable es basa en dos criteris: el tèrmic i el de la caiguda de tensió. Ambdós criteris depenen de la resistència oferta pel cable, el criteri tèrmic prové de l'efecte Joule, que suposa una emissió de calor que ha de quedar per sota de la suportada pel cable, i el de la caiguda de tensió essent igualment dependent de la intensitat transportada. El criteri de caiguda de tensió acostuma a ésser més restrictiu.

A l'annex III es poden observar els càlculs realitzats per l'obtenció de les seccions que es mostren tot seguit. Les condicions màximes d'idoneïtat d'utilització dels cables seleccionats són, segons el R.B.T.:

CORRENT CONTINUA	
TRAM DE CABLEJAT	Secció
Entre panells (cable a l'aire)	4 mm <sup>2</sup>
Panells – Fusibles (cable a l'aire)	10 mm <sup>2</sup>
Fusibles – Inversor (cable a l'aire)	4 mm <sup>2</sup>

CORRENT ALTERNA	
Inversor – C. Proteccions CA	6 mm <sup>2</sup>
Interruptor Magnetotèrmic - Interruptor Diferencial	10 mm <sup>2</sup>
Interruptor Diferencial - Embarrat Escomesa general	35 mm <sup>2</sup>

Als plànols 7 i 8 es pot observar el cablejat de CC i l'esquema unifilar.

#### 1.12.5.- Canalitzacions

El cablejat, tant el que surt com el que arriba, als quadres es portarà sota canaleta. S'utilitzaran canalitzacions per a tots els trams del cablejat. Aquestes tindran les seccions aconsellades per la ITC-BT-21, taules 2, 5, 7 i 9. Aquestes canalitzacions hauran d'acomplir amb la norma UNE-EN 50.086, en quan a característiques mínimes. A l'annex IV es poden observar les taules esmentades.

En quan a la instal·lació en concret s'utilitzaran les següents canalitzacions

TRAM CC		
TRAM	CABLES	CANALITZACIÓ
TRAM: Entre Mòduls	2 x Sèrie	Collat sota panells
TRAM: Final Sèrie - Caixa Protecció CC	2 x Sèrie	Collat sota panells Sota canaleta reixada amb tapa 60x100mm
TRAM: Caixa Protecció CC – Entrada CC Inversor	2 x Sèrie	Sota canaleta plàstic amb tapa 60x100mm

TRAM CA		
TRAM	CABLES	CANALITZACIÓ
TRAM: Inversor – C. Proteccions CA	1 circuit / inversor	Sota Canaleta plàstic amb tapa 60x200mm
TRAM: Interruptor Magnetotèrmic - Interruptor Diferencial	2 circuits tetrapolars	Sota Canaleta plàstic amb tapa 60x200mm
Interruptor Diferencial - Embarrat Escomesa general	1 circuit tetrapolar	Sota Canaleta plàstic amb tapa 60x200mm

En qualsevol cas, la secció interior és, com a mínim, igual a 2,5 cops la secció ocupada pels conductors.

Per als trams accessibles (alçades respecte al terra inferiors a 2,5 m), el cablejat s'instal·larà sota tub de protecció mecànica 4, seguint el que s'especifica en la ITC BT-06 punt 3.1.1 i ITC BT-11 punt 1.2.1.

El cablejat que transcorri per l'interior de l'edifici, es conduirà sota canaleta.



### 1.12.6.- Proteccions CC i CA.

#### Proteccions de corrent contínua

Està composta per fusibles, els quals tenen la funció d'interrompre el pas de la circulació de corrent en el cas que la corrent de circulació entre ell sigui massa elevada. Bàsicament està constituït per un fil de coure el qual dependent de la intensitat de circulació serà de major o menor secció.

Protecció	Quantitat	Amperatge
Fusibles	44	10A, 1000V

**Curtcircuits:** el curtcircuit és un punt de treball no perillós per al generador fotovoltaic, ja que la corrent està limitada a un valor molt proper a la màxima d'operació normal del mateix. El curtcircuit pot, no obstant, ésser perjudicial per a l'ondulador. Com a mitjà de protecció s'inclouen fusibles de tipus gG normalitzats segons EN 60269 en cada pol, que actuen també de protecció contra sobrecàrregues, com es comenta a continuació.

Per a les persones és perillosa la realització o eliminació d'un curtcircuit franc en el camp generador, pot passar ràpidament del circuit obert al curtcircuit, el que produeix un elevat arc elèctric, per la variació brusca de la corrent. Com a mesura de protecció per a les persones en front aquest cas es realitzarà la conducció separada del positiu i del negatiu. Així s'evita la realització o eliminació accidental d'un curtcircuit produït per danys en l'aïllament del cable.

**Sobrecàrregues:** tot i que l'ondulador obliga a treballar al generador fotovoltaic fora del seu punt de màxima potència quan la potència d'entrada és excessiva, el fusible introduït en el sistema en cada pol serveix de protecció contra sobrecàrregues i, addicionalment, facilita les tasques de manteniment. Per a que acompleixi aquesta funció, cal complir la següent condició, general per a qualsevol dispositiu:

$I_{\text{disseny de la línia}} \leq I_{\text{assignada dispositiu de protecció}} \leq I_{\text{admissible de la línia}}$

A més, per a fusibles gG normalitzats, s'ha d'acomplir que:

$1,6 \times I$  assignada dispositiu de protecció  $\leq 1,45 \times I$  admissible de la línia

Per tant, existeix un marge que permet que es puguin escollir de forma que s'evitin fusions no desitjades.

**Contactes directes i indirectes:** El generador fotovoltaic es connectarà en mode flotant, proporcionant nivells de protecció adequats enfront de contacte directe i indirecte, sempre que la resistència d'aïllament de la part de contínua es mantingui per damunt d'uns nivells de seguretat i no succeeixi un primer defecte a masses o a terra. En aquest últim cas, es genera una situació de risc, que es soluciona per mitjà de:

- L'aïllament classe II dels mòduls fotovoltaics, cables i caixes de connexió. Aquestes últimes, comptaran a més amb clau i estaran dotades de senyals de perill elèctric.
- Controlador permanent d'aïllament, integrat en l'ondulador, que detecti l'aparició d'una primera fallada, quan la resistència d'aïllament sigui inferior al valor següent:

$$R_{ISO,MIN}(\Omega) = 40 \times V_{G,MAX}(V) - 1000$$

on  $V_{G,MAX}$  és la tensió corresponent al generador en circuit obert operant a baixa temperatura, que correspon al 125 % de la tensió de circuit obert en condicions estàndard.

Aquesta tensió és la major que pot arribar al generador fotovoltaic, de manera que constitueix la condició de major perill elèctric.

Amb aquesta condició es garanteix que la corrent de defecte sigui inferior a 30 mA, que marca el llindar de risc elèctric per a les persones.

L'ondulador detindrà el seu funcionament i s'activarà una alarma visual en l'equip.

Al plànol 7 es poden observar les proteccions de CC.

### Proteccions de corrent alterna

- **Interruptor magnetotèrmic**

És tracta d'un dispositiu electromecànic de protecció davant circuits de corrent alterna i que és col·locarà en la instal·lació fotovoltaica amb el fi de protegir la instal·lació elèctrica davant intensitats excessives, produïdes com a conseqüència de curtcircuits o per excessiu nombre d'elements connectats a ella.

Per al seu funcionament aprofita dos dels efectes produïts per la circulació de corrent elèctrica, el magnètic i el tèrmic (efecte Joule).

Protecció	Protecció de	Intensitat i poder de tall	Quantitat
<b>Magnetotèrmic tetrapolar</b>	Solarmax 15 MT	25A, 6kA	4
<b>Magnetotèrmic tetrapolar</b>	Solarmax 10 MT	20A, 6kA	2
<b>Magnetotèrmic tetrapolar – Interruptor General Automàtic</b>	General	120A, 10kA	1

- **Interruptor diferencial**

Al igual que l'anterior, és un dispositiu de protecció electromecànic que es col·locarà en la instal·lació elèctrica amb el fi de protegir-la i protegir a les persones de les derivacions causades per falta d'aïllament entre els conductors actius i terra dels aparells de la instal·lació.

Protecció	Inversor	Intensitat i sensibilitat	Quantitat
<b>Diferencial tetrapolar</b>	Solarmax 10MT i 15MT	63A, 300mA	2

**Curtcircuits i sobrecàrregues:** Segons el RD 1663-2000 és necessari incloure un interruptor general manual, que serà un interruptor magnetotèrmic omnipolar. Aquest interruptor, que es situa en el quadre de comptadors de la

instal·lació fotovoltaica, serà accessible només per a l'empresa distribuïdora, amb l'objectiu de poder realitzar la desconexió manual, que permetrà la realització, de forma segura, de tasques de manteniment en la xarxa de la companyia elèctrica. Aquesta inaccessibilitat obliga a introduir un segon magnetotèrmic onnipolar en la instal·lació, de menor intensitat nominal, que sigui el que realment protegeixi a la instal·lació de les sobrecàrregues i curtcircuits. Així, aquest segon magnetotèrmic actuarà abans que l'interruptor general manual, excepte en curtcircuits de certa importància provinents de la xarxa de la companyia. Així mateix, amb la finalitat de donar certa independència a les línies pròpies de cada ondulator, s'utilitzarà un magnetotèrmic per a cada ondulator de menor corrent assignada, de forma que no es parilitzi el conjunt de la instal·lació per problemes en un únic ondulator. S'utilitzaran magnetotèrmics tipus C, que són utilitzats quan no existeixen corrents d'arrencada de consum elevades. Segons la norma EN 60269, per a protecció enfront sobrecàrregues, s'ha d'acomplir:

$I$  disseny de la línia  $\leq I$  assignada dispositiu de protecció  $\leq I$  admissible de la línia

**Faltes a terra:** la instal·lació comptarà amb un diferencial de 300 mA de sensibilitat en la part CA, per tal de protegir de derivacions aquest circuit. Amb l'objectiu que només actuï per fallides a terra, serà d'una corrent assignada superior a la del magnetotèrmic de protecció. A més a més, cada grup de 3 inversors portarà un diferencial tetrapolar.

**Interruptor automàtic de la interconnexió:** per a la desconexió-connexió automàtica de la instal·lació fotovoltaica en cas de pèrdua de tensió o freqüència de la xarxa, conjuntament amb a un relè d'enclavament. Els valors d'actuació per a màxima i mínima freqüència, màxima i mínima tensió seran de 51 Hz, 49 Hz,  $1,1 \times U_m$  i  $0,85 \times U_m$ , respectivament. El rearmament del sistema de commutació i, per tant, de la connexió amb la xarxa de baixa tensió de la instal·lació fotovoltaica serà automàtic, una vegada s'hagi restablert la tensió de la xarxa per l'empresa distribuïdora. Estan integrades en l'equip ondulator les funcions de protecció de màxima i mínima tensió i de màxima i mínima freqüència, de manera que les maniobres automàtiques de desconexió-connexió seran realitzades per aquest. Les funcions seran realitzades mitjançant un contactor el rearmament del qual serà automàtic, una vegada es restableixin les condicions normals de subministrament de la xarxa. El contactor, governat normalment per l'ondulator, podrà ésser activat manualment. L'estat del contactor («on/off»), s'haurà de senyalitzar amb claredat en el frontal de l'equip, en un lloc destacat.

Per a emprar les proteccions per a la interconnexió de màxima i mínima freqüència i de màxima i mínima tensió incloses en l'ondulador, el fabricant d'aquest ha hagut de certificar:

- 1º. Els valors de tara de tensió. (0,85U – 1,1U)
- 2º. Els valors de tara de freqüència.(48Hz – 50,5Hz)
- 3º. El tipus i característiques d'equip utilitzat internament per a la detecció d'errades (model, marca, calibratge, etc.).
- 4º. Que l'ondulador ha superat les proves corresponents en quan als límits establerts de tensió i freqüència.

D'acord amb la disposició final segona del Real Decret, mentrestant no s'hagin dictat les instruccions tècniques per les que s'estableix el procediment per a realitzar les mencionades proves, s'acceptaran a tots els efectes els procediments establerts i els certificats realitzats pels propis fabricants dels equips.

En cas que les funcions de protecció siguin realitzades per un programa de «software» de control d'operacions, els precintes físics seran substituïts per certificacions del fabricant de l'ondulador, en les que es mencioni explícitament que l'esmentat programa no és accessible per a l'usuari de la instal·lació.

S'adjunta en l'apartat de garanties i certificats tots aquests documents.

- Separació galvànica entre la xarxa de distribució de baixa tensió i les instal·lacions fotovoltaïques, per mitjà d'un transformador d'aïllament.

- Funcionament en illa: l'interruptor automàtic de la interconnexió impedeix aquest funcionament, perillós per al personal de la CED.

Al plànol 9 i 10 es poden observar les proteccions de CA.

### 1.12.7.- Armari comptadors

Acompliran tot el que es recull en la ITC-BT-16 i en el RD 1663/2000. Així:

S'instal·larà un comptador bidireccional model ACTARIS ACE SL 7000 ajustat a la normativa metrològica vigent i la seva precisió haurà d'ésser com a mínim la corresponent a la de classe de precisió 2, regulada per el Real Decret 1110/2007.

Les característiques de l'equip de mesura de sortida seran de forma que la intensitat corresponent a la potència nominal de la instal·lació fotovoltaica es trobi entre el 50% de la intensitat nominal i la intensitat màxima de precisió de l'esmentat equip. En el cas de l'estudi:

$$0,5 I \text{ nominal de precisió} \leq I \text{ nominal FV} \leq I \text{ màx. de precisió.}$$

Detall armari de comptadors tipus amb TMF-10 i CGP:



### 1.12.8.- Posades a terra de la instal·lació

Segons el RD 842/2002, que fixa les condicions tècniques per a la connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de BT, la posada a terra es realitzarà de forma que no alteri la de la companyia elèctrica distribuïdora, amb la finalitat de no transmetre defectes a aquesta.

Així mateix, les masses de la instal·lació fotovoltaïca estaran connectades a un terra independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora d'acord amb el Reglament Electrotècnic per a baixa tensió.

Segons el Reglament de Baixa Tensió en la ITC-BT-021, les prescripcions generals dels conductors de protecció són les següents:

- **Relació entre les seccions dels conductors de protecció i les de fase**

Secció dels conductors de fase de la instal·lació $S$ (mm <sup>2</sup> )	Secció mínima dels conductors de protecció $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Si l'aplicació de la taula condueix a valors no normalitzats, s'han d'utilitzar conductors que tinguin la secció normalitzada superior més pròxima.

Tenim que el cablejat més gran que surt dels panells és de 4mm<sup>2</sup>, per tant es connectarà a terra amb cable de terra de 4mm<sup>2</sup>. A l'inversor el cable més gran que tenim és de 10mm<sup>2</sup>, per tant es portarà cable de terra de 10mm<sup>2</sup> fins a la caixa de registre de terres.

Des de la caixa de registre de terres fins a la piqueta de terra es portarà cable de 16mm<sup>2</sup>

- **Conductors de terra**

La secció dels conductors de terra tenen que satisfer les prescripcions del apartat anterior i, quan estiguin enterrats, tindran que estar d'acord amb els valors de la següent taula. La secció no serà inferior a la mínima exigida per els conductors de protecció.

TIPO	Protegit mecànicament	No protegit mecànicament
Protegit contra la corrosió*	Segon apartat anterior	16mm2 Coure  16mm2 Acer Galvanitzat
No protegit contra la corrosió*	25mm2 Coure  50mm2 Ferro	
*La protecció contra la corrosió pot obtenir-se mitjançant una envoltent		

Pel que fa la posta a terra, en primer lloc es determina la secció del conductor de protecció, sabent que la secció de terra no serà inferior a la mínima exigida per els conductors de protecció. D'acord a la taula per a conductors de terra, utilitzant un conductor protegit contra la corrosió, però no protegit mecànicament, tindrem una secció de conductor de terra de 16mm<sup>2</sup> de coure des de la caixa de registre de terres fins a la piqueta de coure. Des dels panells i l'estructura fins a la caixa de registre tindrem un cable de terra de 4mm<sup>2</sup> i des de l'inversor fins a la caixa de registre de terres tindrem un cable de terra de 16mm<sup>2</sup>. El cable de terra anirà dins de canal o tub però en cap cas anirà vist per dins de la nau.

Al plànol 9 es pot observar l'esquema de posta a terra.



### 1.12.9.- Aprofitament de l'energia

#### Antecedents:

La instal·lació solar fotovoltaica es realitzarà en una granja al municipi de Castellldans.

Per tal de poder realitzar la instal·lació fotovoltaica s'ha sol·licitat punt de connexió a la companyia elèctrica Fecsa Endesa perquè doni resposta de connexió per una potència de 80 kW.

#### Emplaçament:

S'ha proposat que l'evacuació a la xarxa elèctrica de l'energia excedentària per la instal·lació solar fotovoltaica es realitzarà a través d'un PT situat al llindar de la parcel·la.

L'evacuació de l'energia es realitzarà a través d'aquest PT i el comptatge d'aquesta energia es realitzarà mitjançant un comptador bidireccional ubicat a l'armari de comptadors a prop de l'evacuació. Degut a que l'excedent es nul, la companyia no haurà de fer cap treball d'adequació de la línia i en el cas que hi hagués evacuació d'energia es faria per la mateixa xarxa d'entrada.



### 1.13- PRODUCCIÓ

Tot seguit es presenta una taula resum on es podrà observar una sèrie de dades rellevants pel que fa a la producció de la planta fotovoltaica com són:

- Producció
- Energia injectada
- Emissions estalviades a l'atmosfera
- Rendiment de la instal·lació

A més a més, també es podem observar dades relatives a la instal·lació com són rendiments dels components, temperatura de treball de les cèl·lules.

També, adjunt a la taula es poden observar les gràfiques de:

- Energia Autoconsumida
- Kg de CO2 estalviats
- g de SO2 estalviats
- g de NO estalviats
- g de partícules estalviades

Les fórmules utilitzades per a realitzar aquesta taula es poden observar a l'annex V del document d'annexes.

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

Hores de Sol Pic:												Total any	
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV		DES
H (MJ/m2/dia)	7	10	14,7	19,8	23,7	25,65	24,7	21,5	16,5	11,5	7,5		6
K( 10; 5)	1,11	1,11	1,17	0,98	0,93	0,94	1,00	1,09	1,15	1,25	1,42		1,43
H.S.P.:	2,15	3,09	4,78	5,41	6,16	6,66	6,85	6,51	5,28	4,00	2,97		2,39
												1.714	

Dimensionat dels elements del sistema:											
<b>Potència total de panells:</b>			<b>96.960 Wp</b>				TNOC 48°				
Potència per panell:			240 Wp				Desviació Tª		-0,48%		
Número de panells:			404			<b>Rendiment per Temperatura: 98%</b> <b>Rendiment dels Components: 93%</b> <b>Rendiment Total Estimat: 92%</b> <b>Energia injectada: 153.212 KWh/any</b>					
<b>Potència total nominal:</b>			<b>80,0 kWn</b>								
Onduladors de 10,0 kWn		2									
Onduladors de 15,0 kWn		4									
Reducció d'emissions contaminants a l'atmosfera											
<b>CO<sub>2</sub>:</b>		78.138	g/any	<b>SO<sub>2</sub>:</b>		306.423	g/any	<b>NO:</b>		229.817	g/any

	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
	Rendiment per temperatura												Mitja Anual
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	
T <sup>a</sup> ambient (°C)	5,4	7,7	10,6	12,5	16,5	21	24,9	23,6	20,3	14,8	9	6,1	14,37
E (W/m²)	81,0	115,7	170,1	229,2	274,3	296,9	285,9	248,8	191,0	133,1	86,8	69,4	181,86
T <sup>a</sup> cel·lules (°C)	8,2	11,8	16,6	20,5	26,1	31,4	34,9	32,3	27,0	19,5	12,0	8,5	20,73
Rendiment per temperatura	0,92	0,94	0,96	0,98	1,01	1,03	1,05	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,98

Rendiments dels components													Mitja Anual
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIES	
Rendiment degut al pols	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Rendiment de l'inversor	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Rendiment del cable	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

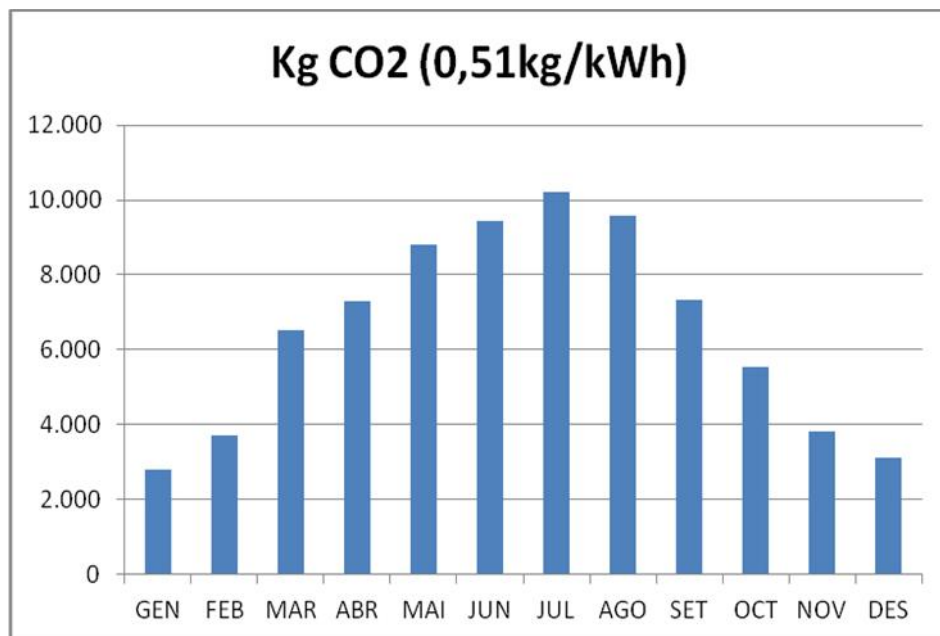
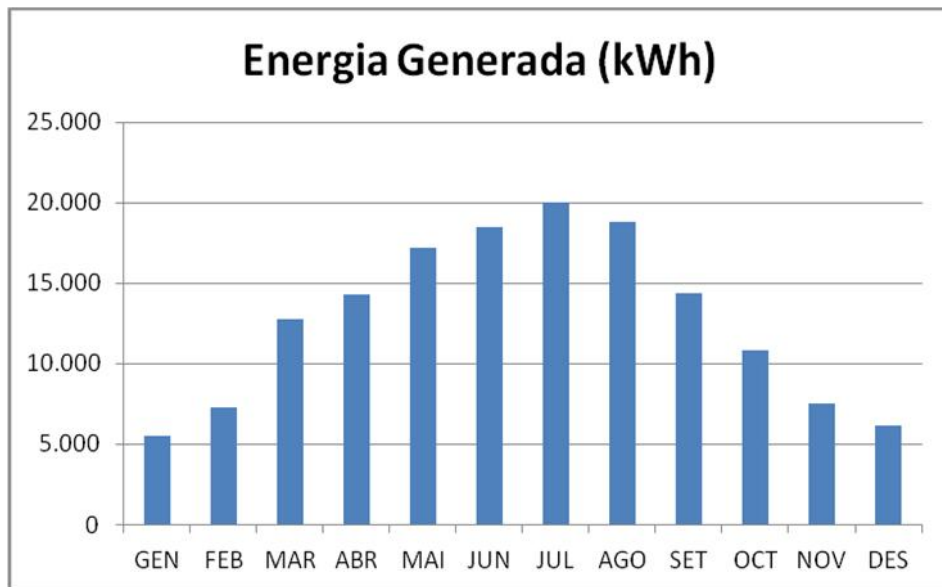
Hores de Sol Pic Netes:												Total any
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
Pèrdues ombres	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
H.S.P.N.:	1,83	2,68	4,26	4,91	5,74	6,37	6,65	6,25	4,94	3,61	2,58	2,04

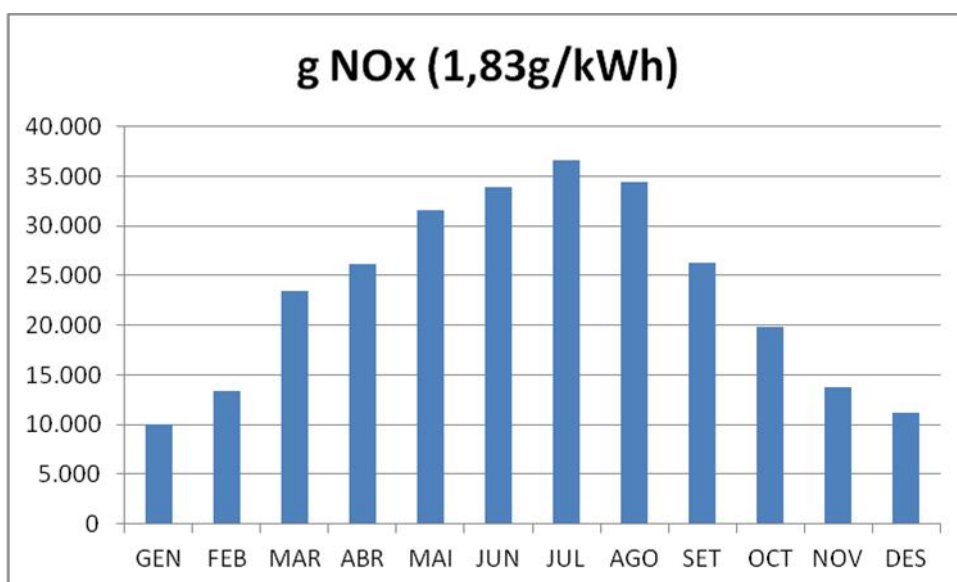
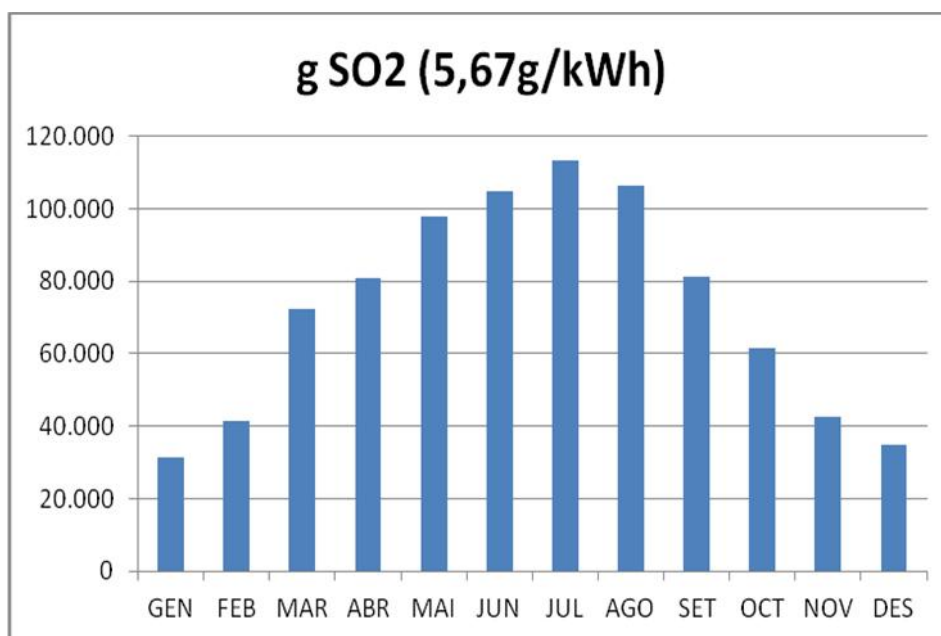
Energia injectada en KWh/mes													Total any
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	
Producció (kWh)	6.466	8.392	14.382	15.742	18.502	19.386	20.595	19.572	15.350	12.014	8.626	7.173	166.200
Consum Seguidors (kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E. injectada (kWh)	5.510	7.283	12.790	14.277	17.239	18.519	19.996	18.776	14.362	10.839	7.498	6.122	153.212

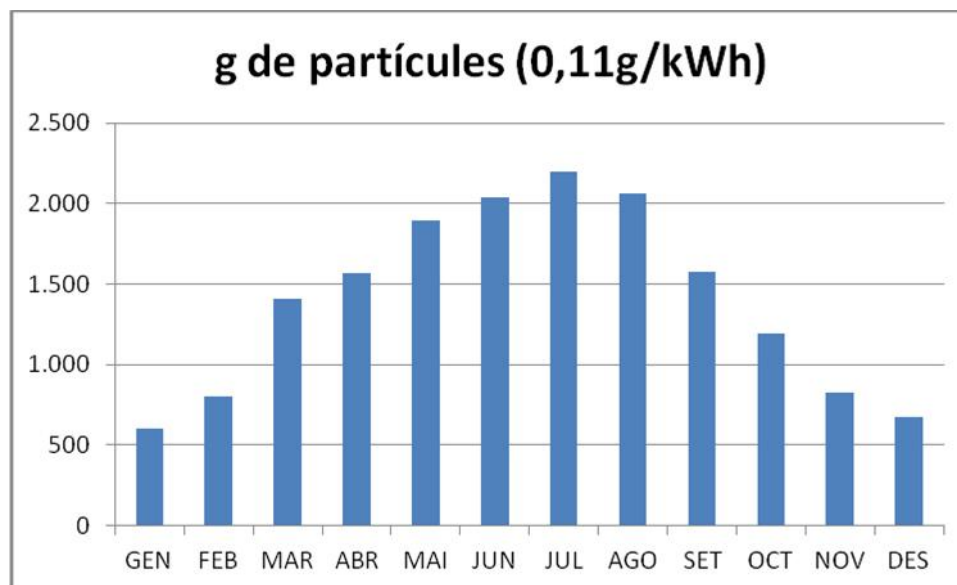
Reducció d'emissions contaminants a l'atmosfera													Total any
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES	
Kg CO2 (0,51kg/kWh)	2.810	3.715	6.523	7.281	8.792	9.445	10.198	9.576	7.325	5.528	3.824	3.122	78.138
g SO2 (5,67g/kWh)	31.243	41.297	72.517	80.949	97.747	105.004	113.376	106.461	81.434	61.455	42.513	34.714	868.710
g NOx (1,83g/kWh)	10.084	13.329	23.405	26.126	31.548	33.890	36.592	34.361	26.283	19.835	13.721	11.204	280.377
g de partícules (0,11g/kWh)	606	801	1.407	1.570	1.896	2.037	2.200	2.065	1.580	1.192	825	673	16.853

L'energia elèctrica anual autoconsumida és de **153.212kWh**.

Això suposa un estalvi de 78.138kg de CO<sub>2</sub>, 868.710g de SO<sub>2</sub>, 280.377g de NO<sub>x</sub> i 16.853g de partícules.







## 1.14- ESTUDI ECONÒMIC

En la següent taula es pot observar l'evolució econòmica de la instal·lació fotovoltaica. Utilitzarem les següents dades com a dades de partida:

- Cost total de la instal·lació: 126.863,89€
- Preu de l'electricitat el primer any: 0,15€/kWh
- Pèrdues per producció anual: 92%
- Inflació energètica: 3,5%
- IPC: 1,5%

A partir d'aquestes dades i de la producció estimada de la planta fotovoltaica s'ha pogut fer una estimació dels ingressos - despeses de la planta i aconseguir el valor del Pay-back.

Es pot observar que el pay-back de la planta és de cinc anys i tres mesos. Això és el temps que es tardarà a amortitzar la inversió inicial.

Les fórmules utilitzades per a realitzar aquesta taula es poden observar a l'annex VI del document d'annexes.

# PROJECTE FINAL DE CARRERA

Cost total de la instal·lació	126.863,89 €
Producció anual	153212 kWh
Energia autoconsumida	153212 kWh
Energia exportada	0 kWh
Potència Pic	96.960 kWp

Perdues de producció	0,92%
Valor Energia Autoconsumida (c€/kWh)	0,15
Preu Venda a Pool	0,05

Inflació Energètica	3,5%
IPC Anual	1,5%
Representant de Mercat(c€/kWh)	0,14

Any	Ingressos								Despeses					Any
	Valor Energia Autoconsumida (€/kWh)	Valor Preu Pool (€/kWh)	Rendiment panells	Energia Produïda(kWh)	Energia Autoconsumida(kWh)	Energia Exportada (kWh)	Estalvi per Autoconsum	Ingrés Energia Exportada	Assegurança	Manteniment	Representant de Mercat	Fluxe de caixa anual	Fluxe de caixa acumulat	
0													-126.863,89 €	
1	0,15	0,050	100,00%	153212,0	153212,0	0,0	22.982 €	0 €	-229,82 €	-1.454,40 €	0,00 €	21.297,58 €	-105.566,31 €	1
2	0,155	0,052	99,08%	151802,4	151802,4	0,0	23.567 €	0 €	-239,21 €	-1.476,22 €	0,00 €	21.851,91 €	-83.714,40 €	2
3	0,161	0,053	98,17%	150405,9	150405,9	0,0	24.168 €	0 €	-245,30 €	-1.498,36 €	0,00 €	22.424,12 €	-61.290,29 €	3
4	0,166	0,055	97,27%	149022,1	149022,1	0,0	24.784 €	0 €	-251,55 €	-1.520,83 €	0,00 €	23.011,14 €	-38.279,15 €	4
5	0,172	0,057	96,37%	147651,1	147651,1	0,0	25.415 €	0 €	-257,96 €	-1.543,65 €	0,00 €	23.613,35 €	-14.665,80 €	5
6	0,178	0,059	95,48%	146292,7	146292,7	0,0	26.062 €	0 €	-264,53 €	-1.566,80 €	0,00 €	24.231,15 €	9.565,35 €	6
7	0,184	0,061	94,61%	144946,8	144946,8	0,0	26.727 €	0 €	-271,27 €	-1.590,30 €	0,00 €	24.864,92 €	34.430,27 €	7
8	0,191	0,063	93,74%	143613,3	143613,3	0,0	27.407 €	0 €	-278,19 €	-1.614,16 €	0,00 €	25.515,10 €	59.945,37 €	8
9	0,198	0,065	92,87%	142292,1	142292,1	0,0	28.106 €	0 €	-285,27 €	-1.638,37 €	0,00 €	26.182,08 €	86.127,45 €	9
10	0,204	0,067	92,02%	140983,0	140983,0	0,0	28.822 €	0 €	-292,54 €	-1.662,95 €	0,00 €	26.866,32 €	112.993,77 €	10
11	0,212	0,069	91,17%	139686,0	139686,0	0,0	29.556 €	0 €	-299,99 €	-1.687,89 €	0,00 €	27.568,24 €	140.562,01 €	11
12	0,219	0,071	90,33%	138400,9	138400,9	0,0	30.309 €	0 €	-307,64 €	-1.713,21 €	0,00 €	28.288,31 €	168.850,32 €	12
13	0,227	0,073	89,50%	137127,6	137127,6	0,0	31.081 €	0 €	-315,48 €	-1.738,91 €	0,00 €	29.026,99 €	197.877,31 €	13
14	0,235	0,076	88,68%	135866,0	135866,0	0,0	31.873 €	0 €	-323,51 €	-1.764,99 €	0,00 €	29.784,76 €	227.662,07 €	14
15	0,243	0,078	87,86%	134616,0	134616,0	0,0	32.685 €	0 €	-331,76 €	-1.791,47 €	0,00 €	30.562,11 €	258.224,18 €	15
16	0,251	0,081	87,05%	133377,6	133377,6	0,0	33.518 €	0 €	-340,21 €	-1.818,34 €	0,00 €	31.359,54 €	289.583,73 €	16
17	0,260	0,083	86,25%	132150,5	132150,5	0,0	34.372 €	0 €	-348,88 €	-1.845,61 €	0,00 €	32.177,57 €	321.761,30 €	17
18	0,269	0,086	85,46%	130934,7	130934,7	0,0	35.248 €	0 €	-357,77 €	-1.873,30 €	0,00 €	33.016,73 €	354.778,03 €	18
19	0,279	0,089	84,67%	129730,1	129730,1	0,0	36.146 €	0 €	-366,88 €	-1.901,40 €	0,00 €	33.877,56 €	388.655,60 €	19
20	0,288	0,092	83,89%	128536,6	128536,6	0,0	37.067 €	0 €	-376,23 €	-1.929,92 €	0,00 €	34.760,62 €	423.416,21 €	20
21	0,298	0,095	83,12%	127354,0	127354,0	0,0	38.011 €	0 €	-385,81 €	-1.958,87 €	0,00 €	35.666,47 €	459.082,68 €	21
22	0,309	0,098	82,36%	126182,4	126182,4	0,0	38.980 €	0 €	-395,64 €	-1.988,25 €	0,00 €	36.595,70 €	495.678,39 €	22
23	0,320	0,101	81,60%	125021,5	125021,5	0,0	39.973 €	0 €	-405,72 €	-2.018,07 €	0,00 €	37.548,92 €	533.227,31 €	23
24	0,331	0,104	80,85%	123871,3	123871,3	0,0	40.991 €	0 €	-416,06 €	-2.048,34 €	0,00 €	38.526,74 €	571.754,05 €	24
25	0,342	0,108	80,11%	122731,7	122731,7	0,0	42.036 €	0 €	-426,66 €	-2.079,07 €	0,00 €	39.529,79 €	611.283,84 €	25
26	0,354	0,111	79,37%	121602,6	121602,6	0,0	43.106 €	0 €	-437,53 €	-2.110,25 €	0,00 €	40.558,71 €	651.842,55 €	26
27	0,367	0,115	78,64%	120483,8	120483,8	0,0	44.205 €	0 €	-448,68 €	-2.141,91 €	0,00 €	41.614,18 €	693.456,73 €	27
28	0,380	0,119	77,92%	119375,4	119375,4	0,0	45.331 €	0 €	-460,11 €	-2.174,04 €	0,00 €	42.696,87 €	736.153,59 €	28
29	0,393	0,122	77,20%	118277,1	118277,1	0,0	46.486 €	0 €	-471,83 €	-2.206,65 €	0,00 €	43.807,48 €	779.961,07 €	29
30	0,407	0,126	76,49%	117189,0	117189,0	0,0	47.670 €	0 €	-483,85 €	-2.239,75 €	0,00 €	44.946,72 €	824.907,79 €	30
31	0,421	0,131	75,78%	116110,8	116110,8	0,0	48.885 €	0 €	-496,18 €	-2.273,34 €	0,00 €	46.115,35 €	871.023,14 €	31
32	0,436	0,135	75,09%	115042,6	115042,6	0,0	50.130 €	0 €	-508,82 €	-2.307,44 €	0,00 €	47.314,09 €	918.337,23 €	32
33	0,451	0,139	74,40%	113984,2	113984,2	0,0	51.408 €	0 €	-521,79 €	-2.342,06 €	0,00 €	48.543,74 €	966.880,97 €	33
34	0,467	0,144	73,71%	112935,6	112935,6	0,0	52.717 €	0 €	-535,08 €	-2.377,19 €	0,00 €	49.805,08 €	1.016.686,05 €	34
35	0,483	0,148	73,03%	111896,6	111896,6	0,0	54.060 €	0 €	-548,71 €	-2.412,84 €	0,00 €	51.098,92 €	1.067.784,96 €	35
36	0,500	0,153	72,36%	110867,1	110867,1	0,0	55.438 €	0 €	-562,69 €	-2.449,04 €	0,00 €	52.426,10 €	1.120.211,06 €	36
37	0,518	0,158	71,70%	109847,1	109847,1	0,0	56.850 €	0 €	-577,03 €	-2.485,77 €	0,00 €	53.787,47 €	1.173.998,53 €	37
38	0,536	0,163	71,04%	108836,5	108836,5	0,0	58.299 €	0 €	-591,73 €	-2.523,06 €	0,00 €	55.183,91 €	1.229.182,45 €	38
39	0,554	0,169	70,38%	107835,2	107835,2	0,0	59.784 €	0 €	-606,81 €	-2.560,91 €	0,00 €	56.616,33 €	1.285.798,77 €	39
40	0,574	0,174	69,74%	106843,2	106843,2	0,0	61.307 €	0 €	-622,27 €	-2.599,32 €	0,00 €	58.085,63 €	1.343.884,40 €	40



### 1.15- PLA DE TREBALLS

La taula que es mostra a continuació és la taula de pla de treballs. En aquesta taula es poden observar les tasques que s'han de realitzar per a dur a terme la instal·lació fotovoltaica.

Per a la interpretació de la taula s'ha de considerar que cada quadrat blau representa un dia de la setmana i que la setmana laboral va de dilluns a divendres.

Es parteix de que la primera setmana es tenen tots els permisos, llicències i el punt de connexió amb la companyia elèctrica.

Com es pot veure en la taula següent, la instal·lació pròpiament dit dura 30 dies laborables. Tot i això es tardarà aproximadament un més a poder connectar la planta perquè es depèn dels treballs d'inspecció de la companyia elèctrica.

-61-

## 1.16- ESTUDI DE SEGURETAT I SALUT

En tota obra existeixen una sèrie de riscos que depenen de les tasques a fer i de les eines i maquinaria a utilitzar.

En el següent punt definirem les tasques, eines i maquinaria a tenir en compte ja que comporten un risc per al treballador.

*Tasques:*

- Cap de colla
- Electricista
- Muntador
- Transportista

*Eines i maquinaria:*

Camió transport	Plataforma elevadora
Equip per a perforar	Trepant
Equip de soldadura	Serra circular
Eines manuals	

A l'annex VII es pot veure l'estudi de seguretat i salut complet amb l'avaluació de cadascun dels riscos ja sigui per la tasca a realitzar o per l'eina o màquina utilitzada.

## 1.17- CONCLUSIONS

El sistema fotovoltaic que s'ha projectat és un sistema format per 404 panells solars de 240Wp cada un, per tant el sistema oferirà una potència pic de 96,96kWp. Aquests panells estaran connectats a 4 onduladors de 15kW cadascun i a 2 onduladors de 10 kW, per tant la potència nominal de la planta serà de 80kW.

El conjunt de mòduls estaran col·locats sobre uns carrils fixats a la coberta d'una nau amb orientació cara sud i ocupant una superfície 821,33 m<sup>2</sup>.

El cost de la planta incloent tots els material, ma d'obra i tramitacions ascendeix a 126.863,89€ (cent vint-i-sis mil vuit-cents seixanta-tres euros amb vuitanta-nou cèntims).

La producció estimada anual de la planta serà de 153.212kWh dels quals el 100% serà autoconsumit. Si el preu de compra de la energia elèctrica és de 0,15€/kWh s'obtindrà un estalvi de la factura elèctrica de 21.297,58€ el primer any. Es necessitaran 5 anys i 7 mesos per poder retornar la inversió inicial.

A part d'aquest benefici econòmic, també s'estalviarà emetre a l'atmosfera 71.138kg de CO<sub>2</sub> anuals a part d'altres gasos contaminants com són el SO<sub>2</sub>, el NO i partícules en suspensió.

El que es pot observar amb el resum anterior, és que en el projecte d'implantació d'un sistema fotovoltaic s'aporta molts beneficis, ja sigui mediambiental com econòmic, socials o didàctics.

El generador fotovoltaic, a part de proveir la societat amb energia elèctrica procedent d'una font renovable i no contaminant, és una molt bona inversió en instal·lacions on el consum elèctric sigui constant durant l'any.

El fet de generar mercat en el món de les fotovoltaïques fa que sigui un sector en expansió i les grans empreses dediquin temps i recursos a investigar noves tecnologies per a l'aprofitament de l'energia del sol. D'aquesta forma s'aconsegueix abaratir i millorar la tecnologia de forma que sigui més fàcil i atractiva la inversió en fotovoltaica.

Tots aquests avantatges han fet que la fotovoltaica sigui un sector fort a Espanya, Europa i la resta de món els últims anys

Com a conclusió, podríem dir que el sector de l'energia fotovoltaica i de les renovables en general, és un mercat que va tenir una forta expansió gracies

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

---

a les ajudes dels Governos fa uns anys i gracies a això la tecnologia ha anat evolucionant, ajudant així a la optimització dels equips i a la reducció del seu cost. Gracies a tot l'esmenta't anteriorment i a la sortida de la normativa de l'autoconsum, ser productor-consumidor es una opció econòmicament molt viable. I el més important es que estem aprofitant una font d'energia neta i inesgotable.

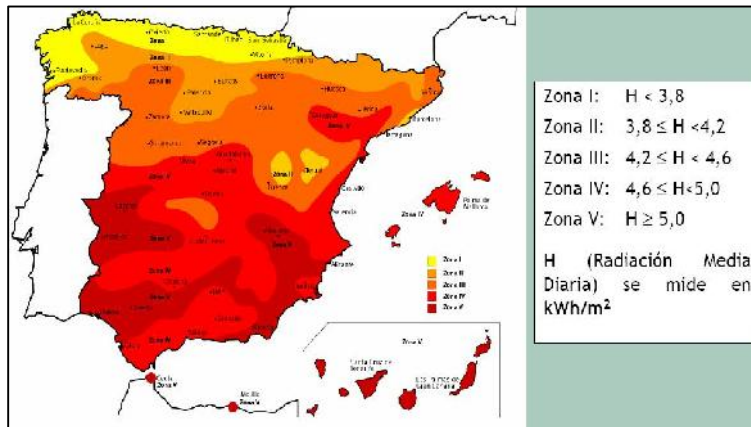
## 2. ANNEXES

# **2.1 ANNEX I**

## **ENERGIA A ESPANYA – EUROPA PREVISIONS PER AL FUTUR**

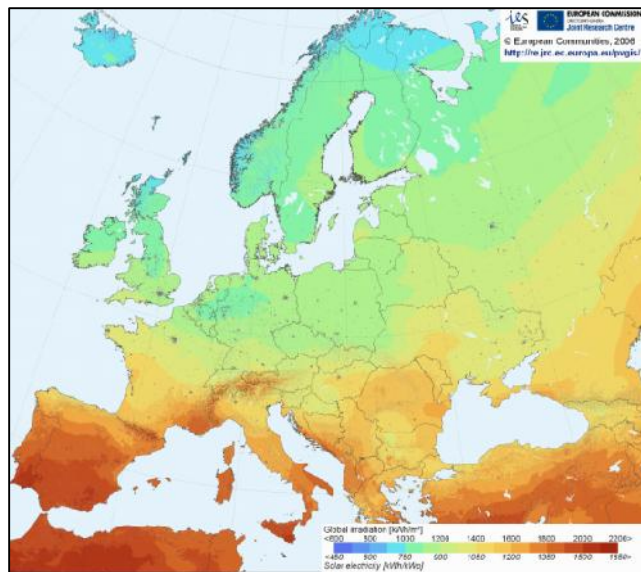
## ENERGIA A ESPANYA – EUROPA I PREVISIONS PER AL FUTUR

### Energia a Espanya



Espanya, al ser un dels països de la Unió Europea amb més possibilitats en l'aprofitament de l'energia solar, s'ha desenvolupat una alta tecnologia pròpia gràcies tant a projectes comunitaris com propis espanyols.

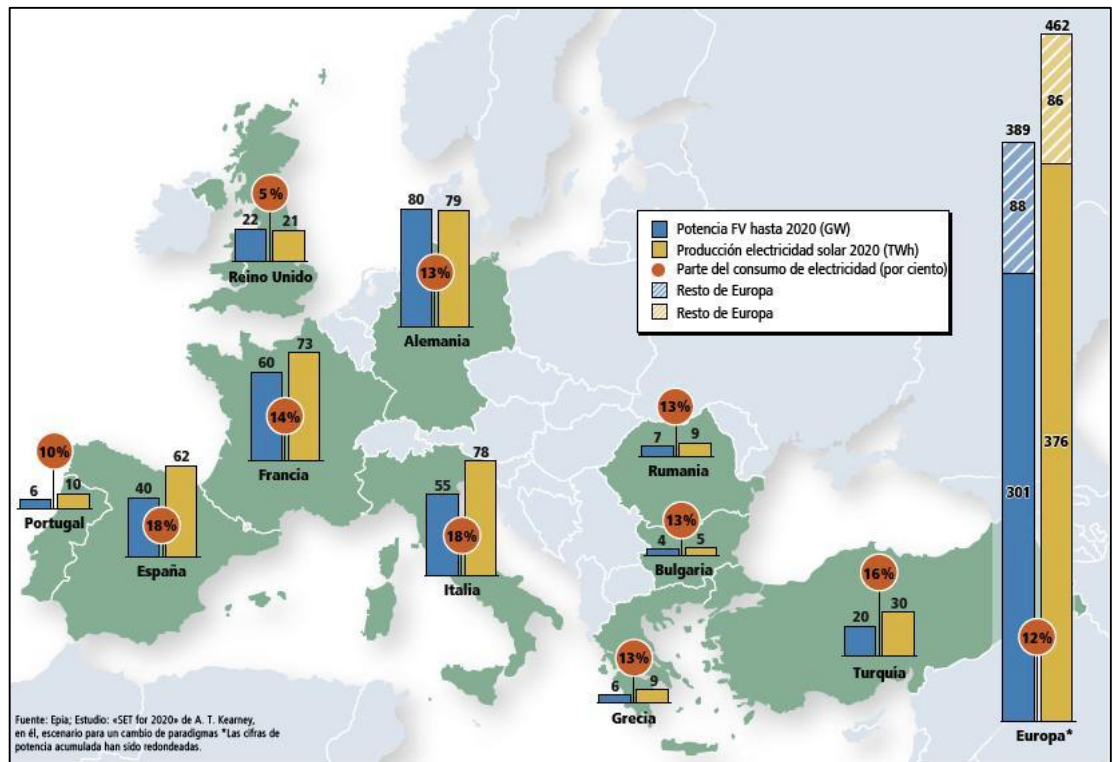
Existeix un considerable nombre d'empreses nacionals amb tecnologia pròpia, on els seus equips són tan competitius com les millors dels altres països. A més a més, Espanya té moltes instal·lacions que aprofiten de forma individual aquesta energia, ja sigui en base de col·lectors o de cèl·lules solars. Les zones més bones per a dur a terme aquest aprofitament són el sud de la península i les illes.



### L'energia fotovoltaica i el seu futur.

La energia fotovoltaica podria subministrar fins a un 12% de la demanda elèctrica de la UE en 2020. Segons l'Associació Europea de la Indústria Fotovoltaica (EPIA), amb la col·laboració amb la consultora de gestió estratègica A.T.Kearney, ha realitzat un estudi que exposa que l'energia solar fotovoltaica està preparada per a convertir-se en un subministrador d'energia "significatiu y competitiu" del mercat elèctric europeu.

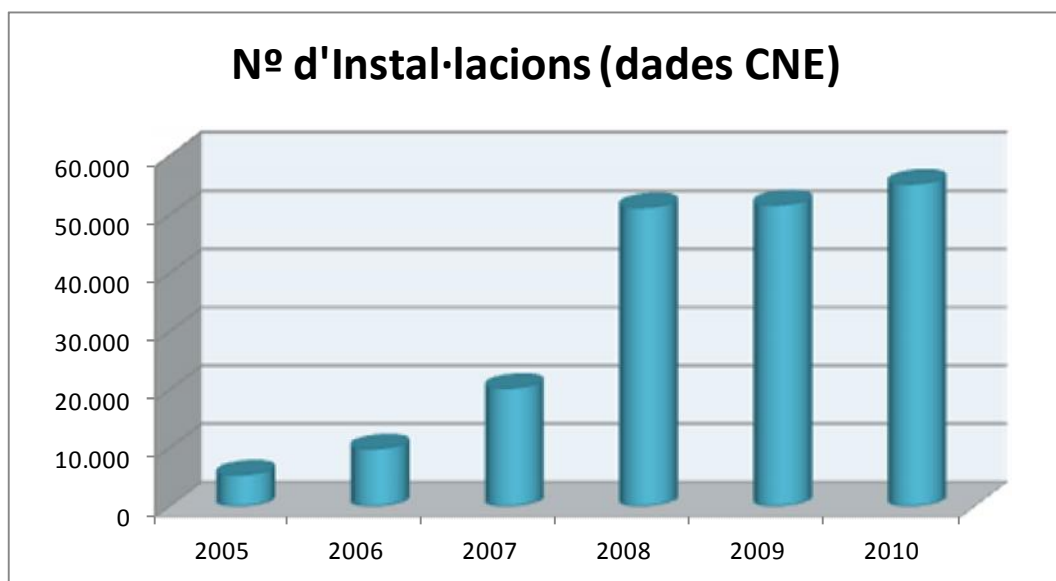




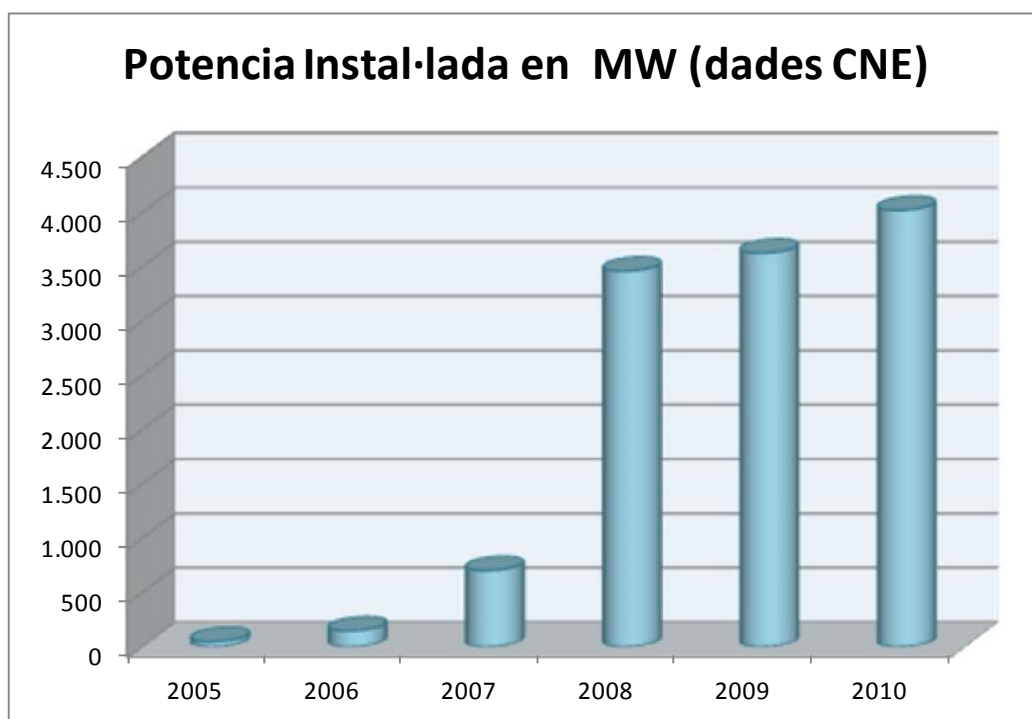
## Historial de l'energia fotovoltaica a Espanya des de 2005 fins al 2010 (font CNE)

TAULA 1: Dades de la CNE sobre energia venuda i potència instal·lada per Comunitat Autònoma a Espanya des de 2005 a abril de 2010.

ANY	COMUNITAT	Energia Venuda (GWh)	Potencia Instal·lada (MW)	ANY	COMUNITAT	Energia Venuda (GWh)	Potencia Instal·lada (MW)
2005	ANDALUCIA	1,57	2,23	2006	ANDALUCIA	6,06	9,69
	ARAGÓ	0,12	0,19		ARAGON	0,79	1,51
	ASTURIAS	0,13	0,16		ASTURIAS	0,16	0,19
	BALEARS	0,65	0,57		BALEARES	1,06	1,13
	CANARIES	0,35	0,45		CANARIAS	2,85	5,32
	CANTABRIA	0,07	0,10		CANTABRIA	0,24	0,48
	CASTILLA LA MANCHA	2,37	3,50		CASTILLA LA MANCHA	8,72	18,04
	CASTILLA I LLEO	3,91	4,70		CASTILLA Y LEON	14,38	20,26
	CATALUNYA	3,42	3,30		CATALUÑA	7,18	9,72
	COMUNITAT VALENCIANA	4,03	6,97		COMUNIDAD VALENCIANA	14,16	20,66
	EXTREMADURA	0,04	1,10		EXTREMADURA	0,91	3,10
	GALICIA	0,56	0,50		GALICIA	1,51	1,26
	LA RIOJA	0,27	0,86		LA RIOJA	1,30	1,67
	MADRID	4,95	4,90		MADRID	8,13	8,44
2007	MURCIA	1,22	3,06		MURCIA	5,86	9,55
	NAVARRA	14,63	12,47		NAVARRA	28,42	30,78
	PAIS VASC	1,61	2,30		PAIS VASCO	2,80	3,85
	Total 2005	39,908	47,353		Total 2006	104,543	145,660
ANY	COMUNITAT	Energia Venuda (GWh)	Potencia Instal·lada (MW)	ANY	COMUNITAT	Energia Venuda (GWh)	Potencia Instal·lada (MW)
2007	ANDALUCIA	52,18	72,78	2008	ANDALUCIA	373,46	661,33
	ARAGON	6,11	8,18		ARAGON	61,82	118,26
	ASTURIAS	0,19	0,24		ASTURIAS	0,26	0,47
	BALEARES	1,84	1,42		BALEARES	28,32	51,41
	CANARIAS	19,25	23,02		CANARIAS	63,35	94,21
	CANTABRIA	0,61	0,81		CANTABRIA	1,02	1,70
	CASTILLA LA MANCHA	90,60	162,87		CASTILLA LA MANCHA	692,16	811,25
	CASTILLA Y LEON	65,94	86,90		CASTILLA Y LEON	259,81	336,18
	CATALUÑA	28,10	37,39		CATALUÑA	119,91	172,66
	COMUNIDAD VALENCIANA	58,37	84,80		COMUNIDAD VALENCIANA	179,60	241,18
	EXTREMADURA	30,79	61,84		EXTREMADURA	323,20	416,30
	GALICIA	3,04	2,68		GALICIA	6,25	8,73
	LA RIOJA	4,95	8,02		LA RIOJA	30,20	80,76
	MADRID	14,37	12,94		MADRID	23,89	23,85
2009	MURCIA	31,55	70,06		MURCIA	228,45	298,81
	NAVARRA	78,26	60,19		NAVARRA	139,92	125,06
	PAIS VASCO	5,23	7,31		PAIS VASCO	11,22	16,52
	Total 2007	491,369	701,466		Total 2008	2.542,851	3.458,697
ANY	COMUNITAT	Energia Venuda (GWh)	Potencia Instal·lada (MW)	ANY	COMUNITAT	Energia Venuda (GWh)	Potencia Instal·lada (MW)
2009	ANDALUCIA	1.225,39	779,39	2010	ANDALUCIA	1.194,36	834,81
	ARAGON	196,63	124,60		ARAGON	216,42	146,57
	ASTURIAS	0,48	0,54		ASTURIAS	1,00	0,60
	BALEARS	79,13	51,89		BALEARES	89,73	57,79
	CANARIAS	158,66	94,98		CANARIAS	189,00	124,12
	CANTABRIA	1,85	1,79		CANTABRIA	2,00	1,90
	CASTILLA LA MANCHA	1.511,76	861,65		CASTILLA LA MANCHA	1.515,26	901,54
	CASTILLA Y LEON	548,31	328,87		CASTILLA Y LEON	615,13	385,58
	CATALUÑA	271,09	164,71		CATALUÑA	297,12	185,07
	COMUNIDAD VALENCIANA	352,21	223,25		COMUNIDAD VALENCIANA	379,80	256,25
	EXTREMADURA	776,13	448,74		EXTREMADURA	831,86	508,89
	GALICIA	11,20	8,98		GALICIA	13,60	10,31
	LA RIOJA	71,81	78,14		LA RIOJA	121,45	79,33
	MADRID	33,46	25,02		MADRID	40,60	34,42
2010	MURCIA	518,40	291,37		MURCIA	558,30	335,62
	NAVARRA	243,85	123,56		NAVARRA	244,56	137,45
	PAIS VASCO	17,67	16,80		PAIS VASCO	21,00	18,22
	Total 2009	6.018,039	3.624,292		Total 2010	6.331,190	4.018,478



Gràfica 1: Numero d'instal·lacions acumulades fins al 2010



Gràfica 2: Potència instal·lada en MW acumulada fins al 2010

Com podem observar, l'aparició de les primes del RD 661/2007 va donar una gran empenta al sector i va ocasionar que es realitzessin moltes plantes fotovoltaïques.

Amb l'aparició del RD 1578/2008 pel que es regulava el sistema de preassignació de la subvenció acotant la potència màxima a instal·lar cada trimestre es va limitar el nombre d'instal·lacions.

A partir de l'aparició de la moratòria a les renovables del RD 1/2012 es va frenar en sec la realització d'instal·lacions FV de venda a xarxa, realitzant-se únicament instal·lacions acollides al RD 1699/2011 per a l'autoconsum en instal·lacions de petita potència.

# **2.2 ANNEX II**

## **TRAMITACIÓ D'UNA PLANTA FOTOVOLTAICA**

RD661/2007, RD1578/2008 i  
RD1699/2011

## TRAMITACIÓ D'UNA PLANTA FOTOVOLTAICA – RD661/2007, 1578/2008 i RD1699/2011

El R.D. 661/2007 té per objectiu establir un règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció de l'energia elèctrica en regim especial que substitueix el R.D. 436/2004 de 12 de Març.

El R.D. 661/2007 de 25 de Maig i el R.D. 1578/2008 de 26 de Setembre, regula l'activitat de producció de l'energia elèctrica en règim especial desenvolupant els principis recollits a la Llei 54/1997 de 27 de Novembre, que garanteix als titulars de les instal·lacions en règim especial (fotovoltaica) una retribució raonable en funció de les seves inversions. L'objectiu de l'esmentat decret és complir amb l'objectiu inclòs en la directiva 2001/77/CE de 27 de Setembre de 2001, de manera que el 29,4% del consum brut d'energia provingui de fonts d'energia renovable en l'any 2010.

Per altra banda, el R.D.1578/2008 complementa el R.D. 661/2007 pel que fa a la retribució econòmica de les instal·lacions fotovoltaïques i d'un nou sistema de pre-assignacions.

El R.D. 1578/2008 atorga i assegura el dret dels productors de percebre per la venda total o parcial de l'energia produïda, la retribució prevista en el règim econòmic establert en aquest decret.

És d'aplicació, allò establert en aquest decret, en les instal·lacions contemplades a l'article 27 de la Llei 54/1997. En aquest article es contemplen les instal·lacions solars en la Categoria b, Grup 1, Subgrup b.1.1, és a dir, instal·lacions que únicament utilitzen radiació solar com energia primària mitjançant la tecnologia fotovoltaica.

En primer lloc les instal·lacions es dividiran en:

**Tipus I.** Instal·lacions que estiguin ubicades en cobertes o façanes de construccions fixes, tancades, fetes de materials resistents, dedicades a usos residencial, de serveis, comercial o industrial, incloses les de caràcter agropecuari.

O bé, instal·lacions que estiguin ubicades sobre estructures fixes de suport que tinguin per objecte un ús de coberta d'aparcament o de ombrejat, en ambdós casos d'àrees dedicades a algun dels usos anteriors, i es troben ubicades en una parcel·la amb referència cadastral urbana.

Les instal·lacions d'aquest tipus I s'agrupen en dos subtipus:

Tipus I.1: Instal·lacions del tipus I, amb una potència inferior o igual a 20 kW.

Tipus I.2: Instal·lacions del tipus I, amb una potència superior a 20 kW.

**Tipus II.** Instal·lacions no incloses en el tipus I anterior.

Les instal·lacions fotovoltaïques en concepte de tarifa es regiran d'acord amb l'article 11 del RD 1578/2008 de la següent forma:

Els valors de la tarifa regulada corresponents a les instal·lacions del subgrup b.1.1 de l'article 2 del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, que siguin inscrites en el registre de pre-assignació associades a la primera convocatòria seran els següents:

Tipologia		Tarifa regulada (c€/kWh)
Tipus I	Subtipus I.1	34,00
	Subtipus I.2	32,00
Tipus II		32,00

Els valors de la tarifa regulada corresponents a les instal·lacions que siguin inscrites en el registre de pre-assignació associades a la convocatòria n,

es calcularan en funció dels valors de la convocatòria anterior  $n - 1$ , de la següent forma:

Si  $P \geq 0,75 \times P_0$ ,

llavors:  $T_n = T_{n-1} [(1 - A) \times (P_0 - P) / (0,25 \times P_0) + A]$

Si  $P < 0,75 \times P_0$ ,

llavors:  $T_n = T_{n-1}$

Essent:

$P$ , la potència pre-registrada en la convocatòria  $n-1$ .

$P_0$ , la quota de potència per a la convocatòria  $n-1$ .

$T_{n-1}$ , la tarifa per a les instal·lacions pre-registrades associades a la convocatòria  $n-1$ .

$T_n$ , la tarifa per a les instal·lacions pre-registrades associades a la convocatòria  $n$ .

$A$ , el factor  $0,91/m$  y  $m$  el número de convocatòries anuals.

El 27 de Gener de 2012 apareix el R.D.L 1/2012 per el que e procedeix a la suspensió dels procediments de pre assignació de retribució i a la supressió dels incentius econòmics per a les noves instal·lacions de producció d'energia elèctrica a partir de cogeneració, fonts d'energia renovables i residus.

El R.D.1699/2011 te per objectiu regular l'autoconsum en directe amb venda d'excedents en instal·lacions de petita potència (menor o igual a 100 kW).



## **Tramitació d'una planta fotovoltaica per autoconsum**

1.- Sol·licitud de l'aval en funció de la potència de la planta.

Sol·licitar Llicència d'obres. Al tractar-se d'una instal·lació que no es d'ús públic no es necessita el Certificat de Compatibilitat urbanística.

2.- Sol·licitud de l'aval en funció de la potència de la planta.

3.- Sol·licitar Llicència d'obres. Al tractar-se d'una instal·lació que no es d'ús públic no es necessita el Certificat de Compatibilitat urbanística.

Un cop acabada la planta s'hauran de gestionar els següents documents per fer la posada en marxa de la instal·lació i obtenir el RIPRE.

a Contracte amb l'empresa elèctrica

b.- Certificat d'instal·lació elèctrica de baixa tensió

c.- Projecte de la instal·lació

d.- Certificat de direcció i acabament d'obra CFO

e.- Informe gestor de la xarxa

f.- Compliment de punts de mesura

## 2.3 ANNEX III

### CÀLCUL DE LES SECCIONS DE CABLEJAT

## CÀLCUL DE LES SECCIONS DE CABLEJAT

Tot seguit s'exposen els dos criteris que s'han tingut en compte per a realitzar el càlcul de les seccions de cablejat tant en el tram de CC com en el tram de CA.

### **Criteri tèrmic:**

Tram CC: La intensitat màxima transportada en cada sèrie correspon a la de curtcircuit del mòdul escollit. Aquest corrent és de 8,56 A per al mòdul IBC PolySol 240 MS, que és l'utilitzat en el projecte. Per seguretat, es prendrà un valor per als càlculs un 125 % d'aquesta corrent, acomplint amb el que s'indica en la ITC-BT-40 per a instal·lacions generadores. Aquesta corrent ha d'ésser inferior a la màxima admissible pel cable en tot el traçat.

Tram CA: La intensitat màxima transportada vindrà donada per la següent expressió:

$$I = \frac{P}{U * \sqrt{3}}$$

On P és la màxima potència generada per l'ondulador seleccionat, valor límit de la potència injectada a xarxa i U és la tensió, és a dir 400 V.

En qualsevol cas, la corrent ha d'ésser inferior a la màxima admissible pel cable en cada tram del traçat.

Per a l'aplicació del criteri tèrmic, existeixen diferents taules d'intensitats admissibles segons el Reglament de Baixa Tensió (ITC-BT-07):

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

Instal·lacions a l'aire en galeries ventilades.

	MONOFÀSIC	TRIFÀSIC	TRIFÀSIC	MONOFÀSIC
	CABLE BIPOLAR	CABLE TRIPOLAR O TETRAPOLAR	TERNA D'UNIPOLARS+N	DOS CABLES UNIPOLARS
SECCIÓ	I MÀXIMA	I MÀXIMA	I MÀXIMA	I MÀXIMA
2,5	30,15	24,6	26	31,7
4	40,86	33,6	35	43
6	53,9	44,0	46	56,35
10	74,725	61,0	64	78,4
16	100,45	82,0	86	105,35
25	134,75	110,0	120	147
35	165,375	135,0	145	177,625
50	202,125	165,0	180	220,5
70	257,25	210,0	230	281,75

Instal·lacions enterrades.

	MONOFÀSIC	TRIFÀSIC	TRIFÀSIC	MONOFÀSIC
	CABLE BIPOLAR	CABLE TRIPOLAR O TETRAPOLAR	TERNA D'UNIPOLARS+N	DOS CABLES UNIPOLARS
SECCIÓ	STANDARD	STANDARD	STANDARD	STANDARD
6	80,85	66	72	88,2
10	107,8	88	96	117,6
16	140,875	115	125	153,125
25	183,75	150	160	196
35	220,5	180	190	232,75
50	263,375	215	230	281,75
70	318,5	260	280	343
95	379,75	310	335	410,375
120	434,875	355	380	465,5
150	490	400	425	520,625
185	551,25	450	480	588
240	637	520	550	673,75

Instal·lacions interiors.

	MONOFÀSIC	TRIFÀSIC	TRIFÀSIC	MONOFÀSIC
	CABLE BIPOLAR	CABLE TRIPOLAR O TETRAPOLAR	TERNA D'UNIPOLARS+N	DOS CABLES UNIPOLARS
SECCIÓ	STANDARD	STANDARD	STANDARD	STANDARD
1,5	18	16	21	18
2,5	25	22	29	25
4	34	30	38	34
6	44	37	49	44
10	60	52	68	60
16	80	70	91	80
25	106	88	116	106
35	131	110	144	131
50	159	133	175	159
70	202	171	224	202
95	245	207	271	245
120	284	240	314	284
150	338	278	363	338
185	386	317	415	386
240	455	374	490	455
300	524	423	565	524

**Criteri caiguda de tensió:**

Segons el RBT caiguda màxima en la part de CC ha d'ésser inferior al 2 % i en la part de CA inferior al 1,5 %. Les fórmules són les següents (s'ha considerat  $\cos \varphi = 1$ , per ésser molt proper a aquest valor)

$$\Delta V_{CC} = \frac{2xLxI}{56S} \quad \Delta V_{CA-TRIFÀSICA} = \frac{\sqrt{3}xLxI}{56S}$$

Per maximitzar el rendiment, considerarem que la caiguda de tensió màxima, tant en la part de CC i CA serà d'un 1% com a màxim.

La tensió en contínua serà el número de mòduls en sèrie per la seva mínima tensió de treball, que coincideix amb el de major corrent generada. La tensió en alterna és de 230/400V depenent si és monofàsic o trifàsic; la intensitat en contínua és la del punt de màxima potència i, finalment, la intensitat en alterna és la de l'ondulador a potència nominal.

Aquestes longituds han d'ésser superiors a les del traçat del sistema estudiat.

A l'hora de calcular la caiguda de tensió en el tram de CC s'ha considerat la tensió mínima de treball dels panells, tenint en compte els coeficients de decreixement per temperatura per 75°C

Tipus panell: IBC 240		
Tensió en el punt de màxim rendiment	Vmpp:	30
Intensitat en el punt de màxim rendiment	Impp:	8,01
Tensió sense càrrega	Voc:	37,2
Intensitat de curtcircuit	Isc:	8,56
Tensió mínima de treball	Vmin:	23,86
Potència nominal	Pn:	240

Tipus inversor: Slarmax 10 MT		
Nº sèries	3	
Nº panells	18	

Tipus inversor: Slarmax 15 MT			
Nº sèries	2	2	
Nº panells	18	19	

Per a calcular la caiguda de tensió en la part de CC he tingut en compte l'inversor de 10 kW i l'inversor de 15 kW mes allunyats, ja que si aquest compleixen amb caiguda de tensió especificada tots els demes també ho faran.

Inversor 10 kW			
PART CC:			
Tram entre mòdulo:			
Longitud un ramal de mòdulo:	L:	20	m
Tipo de mòdul:	Ppic:	240	Wp
Número mòduls en sèrie:	Nº mòduls:	18	mòduls
Tensió mínima treball/mòdul:	Vcc:	23,86	V
Tensió mínima treball/sèrie:	Vcc:	429,48	V
Potència per ramal:	Ppic/ramal:	4320	Wp
Intensitat màxima potència	I:	8,56	A
Secció de cable elegit:	S:	4	mm2
	DV <sub>CC</sub> :	0,76	V
% de caiguda de tensió:		0,178	%
Tram de final de sèrie fins caixa proteccions CC			
Longitud	L:	110	m
Secció de cable elegit:	S:	10	mm2
	DV <sub>CC</sub> :	3,36	%
% de caiguda de tensió:		0,783	%
Tram caixa proteccions CC a inversor			
Longitud	L:	2	m
Secció de cable elegit:	S:	4	mm2
	DV <sub>CC</sub> :	0,15	V
% de caiguda de tensió:		0,036	%
<b>Total caiguda CC:</b>		<b>0,997</b>	<b>%</b>

Inversor 15 kW			
PART CC:			
Tram entre mòdul:			
Longitud un ramal de mòdul:	L:	22	m
Tipo de mòdul:	Ppic:	240	Wp
Número mòduls en sèrie:	Nº mòduls:	19	mòduls
Tensió mínima treball/mòdul:	Vcc:	23,86	V
Tensió mínima treball/sèrie:	Vcc:	453,34	V
Potència per ramal:	Ppic/ramal:	4560	Wp
Intensitat màxima potència	I:	8,56	A
Secció de cable elegit:	S:	4	mm2
	DV <sub>CC</sub> :	0,84	V
% de caiguda de tensió:		0,196	%
Tram de final de sèrie fins caixa proteccions CC			
Longitud	L:	84	m
Secció de cable elegit:	S:	10	mm2
	DV <sub>CC</sub> :	2,57	%
% de caiguda de tensió:		0,598	%
Tram caixa proteccions CC a inversor			
Longitud	L:	2	m
Secció de cable elegit:	S:	4	mm2
	DV <sub>CC</sub> :	0,15	V
% de caiguda de tensió:		0,036	%
<b>Total caiguda CC:</b>		<b>0,829</b>	<b>%</b>

Per a calcular la caiguda en el tram de CA que va de l'inversor a l'interruptor magnetotèrmic es calcularà la caiguda de tensió per a un inversor de 10 kW i per a un de 15 kW ja que la distància es la mateixa per a tots els inversors.

Inversor 10 kW			
PART CA:			
Potència màxima de l'inversor:	Pn:	10.000 W	
Tram CA (Inversor - Interruptor Magnetotèrmic)			
Distància cablejat CA trifàsic	L:	4	m
Tensió d'alterna trifàsica	Vca-m:	400	V
I nominal d'un inversor trifàsic	I:	14,43	A
Secció de cable escollit:	S:	6	mm2
	DV <sub>CA-MON</sub> :	0,34	V
% de caiguda de tensió:		0,143	%

Inversor 15 kW			
PART CA:			
Potencia màxima de l'inversor:	Pn:	15.000 W	
Tram CA (Inversor - Armari de proteccions)			
Distancia cablejat CA trifàsic	L:	4	m
Tensió d'alterna trifàsica	Vca-m:	400	V
I nominal d'un inversor trifàsic	I:	21,65	A
Secció de cable escollit:	S:	6	mm2
	DV <sub>CA-MON</sub> :	0,52	V
% de caiguda de tensió:		0,215	%

Després dels magnetotèrmics farem dos agrupacions d'inversors on hi haurà dos inversors de 15 kW i un de 10 kW en cada una d'elles fins al IGA, les quals tindran la mateixa caiguda de tensió.



PART CA:			
Tram CA (Interruptor Magnetotèrmic - Interruptor Diferencial -IGA)			
Distància cablejat CA trifàsic	L:	2	m
Tensió d'alterna trifàsica	Vca-m:	400	V
I nominal d'un inversor trifàsic	I:	57,74	A
Secció de cable escollit:	S:	10	mm <sup>2</sup>
	DV <sub>CA-MON</sub> :	0,41	V
% de caiguda de tensió:		0,172	%

Finalment hi ha el tram des del IGA fins a l'embarrat de l'escomesa general.

PART CA:			
Tram CA Trifàsic (IGA - Embarrat Escomesa general)			
Distància cablejat CA trifàsic	L:	10	m
Tensió d'alterna trifàsica	Vca-t:	400	V
I nominal d'un inversor (trifàsica)	I:	115,47	A
Secció de cable escollit:	S:	35	mm <sup>2</sup>
	DV <sub>CA-TRI</sub> :	1,02	V
% de caiguda de tensió:		0,255	%

Tenint en compte tot l'esmentat anteriorment la caiguda de tensió en la part de CA de la planta serà **0,427%**.

PART CA:	
<b>Total caiguda CA:</b>	<b>0,427 %</b>

A continuació es valorarà si els resultats de secció de cablejat mitjançant el càlcul de la caiguda de tensió també compleixen amb el criteri tèrmic.

CORRENT CONTINUA			
TRAM DE CABLEJAT	Secció	I adm	I caiguda de tensió
Entre panells (cable a l'aire)	4 mm <sup>2</sup>	43,0 A	8,56 A
Panells – Fusibles (cable a l'aire)	10 mm <sup>2</sup>	78,4 A	8,56 A
Fusibles – Inversor (cable a l'aire)	4 mm <sup>2</sup>	43,0 A	8,56 A

CORRENT ALTERNA			
Inversor – C. Proteccions CA	6 mm <sup>2</sup>	91A	21,65 A
Interruptor Magnetotèrmic - Interruptor Diferencial	10 mm <sup>2</sup>	68A	57,74 A
Interruptor Diferencial - Embarrat Escomesa general	35 mm <sup>2</sup>	144A	115,47A

# 2.4 ANNEX IV

## CANALITZACIONS

## CANALITACIONS

Segons el tipus de canalitzacions necessàries, consultarem les seccions aconsellables segons:

Tubs en canalitzacions fixes en superfície. (ITC-BT-21, Taula 2)

Secció nominal dels conductors unipolars (mm <sup>2</sup> )	Diàmetre exterior dels tubs (mm)				
	Número de conductors				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tubs en canalitzacions encastades. (ITC-BT-21, Taula 5)

Secció nominal dels conductors unipolars (mm <sup>2</sup> )	Diàmetre exterior dels tubs (mm)				
	Número de conductors				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

# **2.5 ANNEX V**

## **DIMENSIONAMENT DE LA INTAL·LACIÓ I CÀLCUL DE LA PRODUCCIÓ**

## DIMENSIONAMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

Per trobar la potència nominal de la instal·lació s'ha calculat la producció anual per a diferents potències.

Consum diürn	Producció 70 kW	Producció 80 kW	Producció 90 kW
158.648 kWh	134.250 kWh	153.212 kWh	172.553 kWh

S'ha estimat el cas òptim, el que hi haurà una major cobertura al consum diürn de la granja sense tenir excedents.

Consum diürn	Cobertura 70 kW	Cobertura 80 kW	Cobertura 90 kW
158.648 kWh	84%	96,6%	1,09%

## CÀLCUL DE LA PRODUCCIÓ

Tot seguit es mostra els càlculs que s'han realitzar per a poder obtenir l'energia injectada anualment a xarxa.

Primerament farem una descripció dels valors que s'utilitzaran en el càlcul

- H: Energia en megajouls que incideix en  $1 \text{ m}^2$  de superfície horitzontal en un dia mitjà
- k: Factor de correcció per a superfícies inclinades i orientades.
- HSP (Hores de Sol Pic): És una unitat que mesura la irradiació solar i es defineix com el temps en hores d'una hipotètica irradiació solar constant de  $1000 \text{ W/m}^2$ . Una HSP equival a  $3,6 \text{ MJ/m}^2$  o, el que és el mateix,  $1 \text{ kWh/m}^2$ .
- Potència de panells: És la potència pic dels panells instal·lats en el generador.
- Potència nominal: És la potència nominal dels inversors.
- Rendiment per temperatura: És el rendiment que té la instal·lació degut a la variació de temperatura ambient respecte al valor estàndard de  $25^\circ$ .
- Rendiment dels components: Aquest punt recull les pèrdues del sistema que agrupa les pèrdues dels inversors, cablejat i pols que es situa damunt de les plaques fotovoltaïques.
- $T^a$  Ambient: Temperatura ambient mitja mensual. ( $^\circ\text{C}$ )
- E: Irradiància mitja mensual ( $\text{W/m}^2$ )
- $T^a$  Panell: És la temperatura mitja del panell mensual.
- HSPN: Són les HSP corregides per les pèrdues degudes a temperatura, ombres i components.
- Producció: És l'energia elèctrica capaç de produir el generador fotovoltaic.
- Energia Injectada: És l'energia real que s'evacuarà a la xarxa elèctrica. Bàsicament és la producció menys les pèrdues i consums.



- Reducció d'emissions contaminants: És un càlcul que ens dona el massa d'emissions contaminants que no s'evacuen a l'atmosfera pel fet de produir energia amb fonts no contaminant i no amb fonts contaminants.

### Valors inicials o obtinguts de taules.

Els següents valors s'han obtingut de taules o són considerats com a comuns a l'hora de realitzar els càlculs:

H: Energia en megajouls que incideix en 1 m<sup>2</sup> de superfície horitzontal en un dia mitjà

k: Factor de correcció per a superfícies inclinades i orientades

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
H (MJ/m <sup>2</sup> /dia)	7	10	14,7	19,8	23,7	25,65	24,7	21,5	16,5	11,5	7,5	6
K( 10; 5)	1,11	1,11	1,17	0,98	0,93	0,94	1,00	1,09	1,15	1,25	1,42	1,43

TNOC i Desviació T<sup>a</sup> s'han obtingut de les especificacions tècniques del panell fotovoltaic.

TNOC	48°
Desviació T <sup>a</sup>	0,48%

T<sup>a</sup> Ambient: Temperatura ambient mitja mensual. (°C)

E: Irradiància mitja mensual (W/ m<sup>2</sup>)

	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
T <sup>a</sup> ambient (°C)	5,4	7,7	10,6	12,5	16,5	21	24,9	23,6	20,3	14,8	9	6,1
E (W/m <sup>2</sup> )	81,0	115,7	170,1	229,2	274,3	296,9	285,9	248,8	191,0	133,1	86,8	69,4

Rendiment dels components: Aquest punt recull les pèrdues del sistema que agrupa les pèrdues dels inversors, cablejat i pols que es situa damunt de les

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

plaques fotovoltaïques. Obtingut del plec de condicions de l'IDAE i les especificacions de l'inversor.

Rendiments dels components												
	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
Rendiment degut al pols	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Rendiment de l'inversor	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Rendiment del cable	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

### Càlculs

Hores de Sol Pic:

$$HSP = \frac{H \cdot K \cdot 1,35}{3,6}$$

Hores de Sol Pic Netes:

$$HSPN = HSP \cdot \eta_{Temp} \cdot \eta_{Comp} \cdot \eta_{Ombres}$$

Temperatura de la cèl·lula:

$$T_{cel} = \frac{T_{amb} + (TNOC - 20) \cdot E}{800}$$

Rendiment per temperatura:

$$\eta_{Temp} = 1 - DesT^{\frac{1}{n}} \cdot (T_{cel} - 25)$$

Producció:

$$Producció = \frac{P_{pic} \cdot HSP \cdot N^{\circ} \text{ dies mes}}{1000}$$

Energia Injectada:

$$Energia\ Injectada = \frac{P_{pic} \cdot HSPN \cdot N^{\circ} \text{ dies mes}}{1000}$$

Rendiment Total:

$$Rendiment\ Total = \frac{Energia\ Injectada}{Producció}$$

Reducció d'emissions contaminants:

$$Kg\ CO_2 = 0,51 * Energia\ Injectada$$

$$g\ SO_2 = 5,67 * Energia\ Injectada$$

$$g\ NO = 1,83 * Energia\ Injectada$$

$$g\ partícules = 0,11 * Energia\ Injectada$$

Les dades d'emissions de contaminants per kWh emeses a l'atmosfera s'han extret de la base de dades de la companyia elèctrica Fecsa-Endesa.

# 2.6 ANNEX VI

## ESTUDI ECONÒMIC

## ESTUDI ECONÒMIC

Tot seguit es presenten els valors de partida i les fórmules utilitzades per a realitzar l'estudi econòmic:

S'han utilitzat els següents valors com a valors de partida:

Cost total de la instal·lació	126.863,89 €
Producció anual	153212 kWh
Energia autoconsumida	153212 kWh
Energia exportada	0 kWh
Potència Pic	96.960 kWp

Perdues de producció	0,92%
Valor Energia Autoconsumida (c€/kWh)	0,15
Preu Venda a Pool	0,05

Inflació Energètica	3,5%
IPC Anual	1,5%
Representant de Mercat(c€/kWh)	0,14

A partir d'aquests valors inicials i amb les fórmules que és mostren a continuació s'ha realitzat la taula d'estudi econòmic.

- Valor Energia Autoconsumida l'any (i+1):

$$\text{Valor Energia Autoconsumida}_{i+1} = \text{Valor Energia Autoconsumida}_i * (1 + \text{Inflació energètica})$$

- Preu de Pool l'any (i+1):

$$\text{Preu de Pool}_{i+1} = \text{Preu de Pool}_i * (1 + \text{Inflació energètica})$$

- Rendiment dels panells l'any (i+1):

$$\text{Rendiment Panells}_{i+1} = \text{Rendiment Panells}_i * (1 - \text{Perdua de Producció})$$

- Producció l'any (i):

$$\text{Producció}_i = \text{Producció Anual} * \text{Rendiment Panells}_i$$

- Estalvi per autoconsum l'any (i):

$$\text{Estalvi per Autoconsum}_i = \text{Energia Autoconsumida}_i * \text{Valor Energia Autoconsumida}_i$$

- Ingres Energia Exportada (i):

$$\text{Ingres Energia Exportada}_i = \text{Energia Exportada}_i * \text{Valor Preu Pool}_i$$

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

---

- Assegurança l'any (1):

$$Assegurança_1 = -(Estalvi \text{ per } Autoconsum_1 + Ingres \text{ Energia Exportada}_1) * 0.01$$

- Assegurança l'any (i+1):

$$Assegurança_{i+1} = Assegurança_i * (1 + IPC)$$

- Manteniment l'any (1):

$$Manteniment_1 = -Potència \text{ Pic}_1 * 0.015$$

- Manteniment l'any (i):

$$Manteniment_{i+1} = Manteniment_i * (1 + IPC)$$

- Altres despeses l'any (i):

$$Altres_i = Energia \text{ Exportada}_i * 0.0014$$

- Fluxe de Caixa l'any (i):

$$Fluxe \text{ de Caixa}_i = Estalvi \text{ per } Autoconsum_i + Ingres \text{ Energia Exportada}_i + Assegurança_i + Manteniment_i + Altres_i$$

- Flux de caixa Acumulat l'any (0):

$$Fluxe \text{ de Caixa acumulat}_0 = -Cost \text{ Total Instal·lació}$$

- Flux de caixa Acumulat l'any (i+1):

$$Fluxe \text{ de Caixa Acumulat}_{i+1} = Fluxe \text{ de Caixa Acumulat}_i + Fluxe \text{ de Caixa}_{i+1}$$

# **2.7 ANNEX VII**

## **ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT**

## ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

### 1.- OBJECTE

En el present estudi s'estableixen les principals directrius que s'han d'acomplir per dur a terme les obres respectant les obligacions mínimes referents a la prevenció de riscos, d'acord amb l'apartat 2 de l'article 6 del Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre, pel qual s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut a les obres de construcció.

Aquest estudi facilita les previsions respecte a la prevenció d'accidents i de malalties professionals derivades de l'execució de l'obra, així com dels treballs de reparació, conservació, entreteniment, manteniment i les instal·lacions preceptives de salut i benestar dels treballadors.

### 2.- DADES GENERALS DE L'OBRA

#### 2.1.- Descripció general

L'obra consisteix en la construcció d'un generador solar fotovoltaic de 96,96kW en la coberta d'una granja a Castelldans, amb la finalitat de connectar-lo a la xarxa elèctrica interior per a consumir l'energia generada i vendre l'energia excedentària a companyia.

#### 2.2.- Emplaçament

Com ja s'ha comentat la instal·lació es durà a terme en una granja situada al polígon 8, parcel·la 29 del municipi de Castelldans, comarca de les Garrigues a la província de Lleida.

#### 2.3.- Termini d'execució

El termini d'execució previst per a l'obra és de 30 dies laborables a partir de la data de la signatura del contracte i s'inclouen la fase de proves i la posada en marxa.

#### 2.4.- Nombre de treballadors



Durant l'execució de l'obra es considera que el nombre de treballadors presents en la instal·lació serà de entre 2 i 6 persones aproximadament.

## **2.5.- Accés a les obres**

Per accedir al terreny on s'ubicarà la instal·lació s'utilitzarà el camí rústic ja existent i que es dirigeix directament a la parcel·la del client. Aquest camí s'adequarà en la mesura del possible per garantir un correcte accés de la maquinaria i del transport. S'haurà de tenir cura de l'entorn tant a l'hora millor la via de pas com en el moment de la circulació de la maquinaria fins a la zona de treball.

## **3.- MEMÒRIA DESCRIPTIVA**

### **3.1.- Oficis i activitats que intervindran en l'obra**

Cap de colla	Oficial 1 <sup>a</sup> electricista
Ajudant electricista	Estructuristes
Transportista	

### **3.2.- Materials a utilitzar en l'obra**

Panells solars fotovoltaics	Ondulador
Material elèctric en general: cables, caixes, interruptors...	
Estructures metàl·liques: carrils, cargols, peces d'ancoratge...	

### **3.3.- Maquinària prevista**

Camió transport	Plataforma elevadora
Equip per a perforar	Trepant

Equip de soldadura

Serra circular

Eines manuals

### 3.4.- Instal·lacions provisionals

#### Instal·lació elèctrica

En aquesta obra no es realitzarà cap instal·lació elèctrica provisional, es farà servir la xarxa per adquirir l'energia elèctrica necessària. Per tant s'utilitzarà la xarxa en els treballs de muntatge de la perfil·leria i altres.

Tota la instal·lació complirà amb el Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.

### 3.5.- Instal·lacions de benestar i higiene

Aquests tipus d'instal·lacions permeten una elevada flexibilitat a l'hora d'ubicar i projectar el sistema preventiu en funció de la programació prevista de l'obra. Cal però definir les condicions a acomplir indicant les necessitats i la superfície mínima en funció dels operaris calculats.

#### Ubicació

Ha d'ésser el punt més compatible amb les circumstàncies produïdes pels objectes en les seves entrades i sortides de l'obra. Ha de situar-se en una zona intermèdia allunyada de la circulació, degudament senyalitzada i tancada amb tanca de malla metàl·lica.

#### Abastament d'aigua

Les empreses facilitaran i indicaran al seu personal els llocs on disposar d'aigua potable.

#### Vestuaris i banys

L'empresa disposarà en el lloc de treball de vestuaris i banys per a ús personal. La superfície mínima dels vestuaris serà de 2m<sup>2</sup> per cada treballador, i tindrà una alçària mínima de 2,30m.

4 treballadors x 2 m<sup>2</sup> / treballador = 8 m<sup>2</sup> de superfície útil.

Estaran previstos de seients i d'armaris metàl·lics o de fusta individuals per tal que els treballadors puguin canviar-se i deixar a més els seus efectes personals. Estaran previstos de clau, una de les quals es lliurarà al treballador i una altra quedarà en l'oficina per a casos d'emergència.

Nombre de taquilles: 1 ut / treballador = 4 armaris

Caldrà disposar de: lavabos, dutxes, farmacioles, menjadors

### **3.6.- Senyalització en les obres**

Previ a l'inici de les obres, donat que existirà un trànsit més o menys continu de personal s'acondicionaran i protegiran els accessos, senyalitzant-los adientment i protegint l'entorn d'actuació amb senyalitzacions del tipus:

Prohibit el pas de tota persona aliena a l'obra

Ús obligatori del casc de seguretat

Prohibit aparcar en la zona d'entrada de vehicles

Cartells anunciadors de risc elèctric i d'incendi

Etc...

S'habilitarà una zona de vialitat per a què les obres no interrompin el normal desenvolupament de les activitats del promotor garantint la seguretat de tots els agents que pugin resultar afectats.

S'empraran les senyalitzacions homologades d'obligatorietat, informació i prohibició. Es disposarà d'un taulell de seguretat.

Caldrà coordinar els treballs de la instal·lació solar amb la resta d'activitats constructives que s'hi desenvoluparan. L'objectiu serà el d'informar i advertir de la simultaneïtat de les activitats i riscos de les diverses activitats.

## **4.- IDENTIFICACIÓ DELS RISCS I MESURES PREVENTIVES**

### **4.1.- Riscs derivats de les activitats**

En el següent apartat s'estableixen els riscos derivats de les fases d'execució, activitats i oficis que es preveu que intervindran en l'obra. A partir de la identificació d'aquests riscos s'enumeren les normes i mesures preventives a aplicar així com els equips de protecció individual.

#### 4.1.1.- Muntatge de l'Estructura

##### **DESCRIPCIÓ**

Bàsicament es tracta de muntar totes les estructures metàl·liques mitjançant tornilleria.

Cal mencionar que durant el muntatge de l'estructura el risc més important és el que deriva de treballs en alçada. Després amb el muntatge dels carrils i dels panells el risc també és per cops en el transport i fixació d'aquests elements, així com la caiguda a diferent nivell dels materials. En tot el perímetre exterior de la coberta, hi ha el risc de caure per la part exterior de la nau. Es muntarà una línia de vida per que els treballadors i tota persona que circuli per la coberta, que estaran obligats a dur l'arnés o com a mínim el cinturó de seguretat, es puguin lligar en totes les zones de treball, per últim es disposarà una xarxa a tot el perímetre de la nau amb risc de caiguda, que muntarà una empresa especialitzada en sistemes de seguretat per la construcció.

##### **RISCS**

Cops a les persones pel transport en suspensió de grans peces

Atrapaments durant maniobres d'ubicació

Caiguda de persones al mateix nivell

Caiguda de persones a diferent nivell

Talls per maneig d'eines manuals

Talls o cops per maneig de màquines – eines

Aixafaments de mans o peus al rebre peces

Els derivats de la realització de treballs sota règim de forts vents sobre cobertes

Talls i ferides a mans i peus per maneig de peces de ferro

Sobreesforços per postures forçades

Entrebancs i torçades

### ***NORMES O MESURES PREVENTIVES:***

El muntatge d'aparells elèctrics es farà sempre per personal especialista, en prevenció dels riscos per muntatges incorrectes.

Les escales de mà a utilitzar, seran del tipus tisora, amb sabates antilliscants i cadeneta limitadora d'obertura, per tal d'evitar els riscos per treballs realitzats sobre superfícies insegures i estretes.

Es prohibeix la utilització d'escales de mà o de bastides sobre cavallets, en llocs amb risc de caiguda des d'alçada durant els treballs d'electricitat, si abans no s'han instal·lat les proteccions de seguretat adequades.

### ***EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL***

Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè, amb un pes màxim de 400g (UNE EN 812:98).

Roba de treball adequada al tipus d'activitat.

Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament.

Parella de guants de material aïllant per a treballs elèctrics. Classe 00. Logotip color beige, tensió màxima 500V (UNE EN 420:95)

Parella de botes dielèctriques resistents a la humitat, de pell rectificada, amb envoltant del turmell encoixinat, sola antilliscant i antiestàtica, falca amortidora per al taló, llengüeta de manxa, de despreniment ràpid, sense ferramentà metàl·lica, amb puntera reforçada, homologades segons DIN 4843.

Sistema anticaiguda compost per un arnès anticaiguda (marcat en 361) amb tirants, bandes secundàries, bandes subglúties, bandes de cuixa, recolzament dorsal per a subjecció, elements d'ajust, element dorsal per subjecció, elements d'ajust, element dorsal d'enganxament d'arnès anticaiguda i sivella, incorporat a un subsistema anticaiguda de tipus lliscant sobre línia

d'ancoratge flexible de llargària 10m (marcat en 353-2) (UNE EN 361:93, UNE EN 362:93, UNE EN 364:93+ erratum 94, UNE EN 365:93 i UNE EN 353-2:93).

Sistema de subjecció en posició de treball i prevenció de pèrdua d'equilibri, compostat d'una banda de cintura, sivella, recolzament dorsal elements d'enganxament, connector, element d'amarrament del sistema d'ajust de longitud (marcat en 362) (UNE EN 358:93, UNE EN 362:93, UNE EN 354:93, UNE EN

Aparell d'ancoratge per equip de protecció individual contra caiguda d'alçària (UNE 1 EN 795:97).

Arnès de seient solidari a equip de protecció individual contra caiguda d'alçària (UNE 1 EN 795:97).

Faixa de protecció dorso-lumbar.

Armill, per a senyalista, amb tires reflectores a la cintura, al pit i a l'esquena (UNE EN 471:95+erratum:96).

### ***PROTECCIONS COL·LECTIVES***

Pantalla de protecció per treballs exposats al vent, d'alçària 2,5m de planxa nervada d'acer galvanitzada, tornapunts de perfils d'acer cada 1,5m ancorats amb formigó i amb el desmuntatge inclòs.

Escala portàtil dielèctrica de polièster i fibra de vidre d'alçària 2,5m i de llargària 3,5m.

Senyalització de les obres, indicant les activitats que s'hi desenvolupen, els riscos existents i la localització dels diferents punts d'accés, zones de pas, acopi de materials... Per a assolir-ho s'empraran cartells informatius, senyals, plaques, rètols, marques pintades...

#### **4.1.3.- Muntatge PANELLS (Muntadors)**

##### ***DESCRIPCIÓ***

Un cop col·locada l'estructura sobre la coberta de la nau es procedirà a la col·locació dels panells sobre ella per personal especialitzat en aquesta tasca, els muntadors.

Cal mencionar que tenint en compte el treball de muntatge es farà a la coberta i hi ha el risc de caiguda a diferent nivell. Per altra banda caldrà tenir

cura alhora de desplaçar-se entre les files de perfils, ja que existeix un risc elevat de entrebancar-se i fer-se tortes i altres lesions derivades del risc esmentat. Caldrà que el personal tingui especial cura de portar el calçat adequat.

Aquest personal serà especialitzat amb el muntatge de panells i seran els únics que estaran autoritzats a dur a terme aquesta tasca.

Cal dir que els panells fotovoltaics generen tensió a partir del moment que el sol irradia sobre les plaques, per aquest motiu s'haurà d'anar en compte a no tocar directament un cable positiu i negatiu d'una mateixa sèrie, ja que aquest fet provocaria un curtcircuit sense protecció. Aquest fet només pot succeir si s'han pelat els cables ja que els panells porten cable amb la protecció reglamentària. S'informarà d'aquest fenomen als treballadors però a més, serà necessari l'ús de guants de protecció contra contactes elèctrics.

En principi els muntadors de panells no estaran sotmesos al risc elèctric ja que no hauran de fer cap connexió, aquestes les realitzaran els electricistes, però cal que siguin advertits del funcionament i característiques dels panells fotovoltaics.

## **RISCS**

Cops a les persones pel transport en suspensió de peces

Atrapaments durant maniobres d'ubicació

Caiguda de persones al mateix nivell

Caiguda de persones a diferent nivell

Talls per maneig d'eines manuals

Talls o cops per maneig de màquines – eines

Aixafaments de mans o peus al rebre peces

Els derivats de la realització de treballs sota règim de forts vents sobre cobertes

Talls i ferides a mans i peus per maneig de peces de ferro

Sobreesforços per postures forçades

Entrebancs i torçades

Possible contacte elèctric amb els cables de les plaques solars.

### ***NORMES O MESURES PREVENTIVES***

Es realitzarà una neteja diària dels elements sobrants, filferros, retalls...

Caldrà revisar periòdicament els elements d'elevació i subjecció.

La circulació, càrrega i descàrrega de material es realitzarà en les zones i per les zones senyalitzades.

En cas de presència d'un fort vent o condicions climatològiques adverses es paraitzaran els treballs, fins que les condicions ambientals hagin millorat.

Les superfícies estaran netes de materials o eines que puguin obstaculitzar les maniobres d'instal·lació.

### ***EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL:***

Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè, amb un pes màxim de 400g (UNE EN 812:98).

Roba de treball adequada al tipus d'activitat.

Vestits per a temps plujós

Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament.

Parella de guants de protecció contra riscos mecànics de ferrallista d'alta resistència al tall i a l'abrasió, nivell 4, amb dits i palmell de cautxú rugós sobre suport de cotó i subjecció elàstica al canell (UNE EN 388:95 i UNE EN 420:95).

Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, sense plantilla metàl·lica, resistents a la humitat, pell rectificada amb envoltant del turmell i empenya encoixinats, puntera metàl·lica, sola antilliscant i falca amortidora d'impactes al taló (UNE EN 344, 345, 346 i 347).

Faixa de protecció dorso-lumbar.

Sistema anticaiguda compost per un arnès anticaiguda (marcat en 361) amb tirants, bandes secundàries, bandes subglúties, bandes de cuixa,



recolzament dorsal per a subjecció, elements d'ajust, element dorsal per subjecció, elements d'ajust, element dorsal d'enganxament d'arnès anticaiguda i sivella, incorporat a un subsistema anticaiguda de tipus lliscant sobre línia d'ancoratge flexible de llargària 10m (marcat en 353-2) (UNE EN 361:93, UNE En 362:93, UNE EN 364:93+ erratum 94, UNE EN 365:93 i UNE EN 353-2:93).

Sistema de subjecció en posició de treball i prevenció de pèrdua d'equilibri, compostat d'una banda de cintura, sivella, recolzament dorsal elements d'enganxament, connector, element d'amarrament del sistema d'ajust de longitud (marcat en 362) (UNE EN 358:93, UNE EN 362:93, UNE EN 354:93, UNE EN

Aparell d'ancoratge per equip de protecció individual contra caiguda d'alçària (UNE 1 EN 795:97).

Arnès de seient solidari a equip de protecció individual contra caiguda d'alçària (UNE 1 EN 795:97).

### ***PROTECCIONS COL·LECTIVES***

Pantalla de protecció per treballs exposats al vent, d'alçària 2,5m de planxa nervada d'acer galvanitzada, tornapunts de perfils d'acer cada 1,5m ancorats amb formigó i amb el desmuntatge inclòs.

Escala portàtil dielèctrica de polièster i fibra de vidre d'alçària 2,5m i de llargària 3,5m.

Senyalització de les obres, indicant les activitats que s'hi desenvolupen, els riscos existents i la localització dels diferents punts d'accés, zones de pas, acopi de materials... Per a assolir-ho s'empraran cartells informatius, senyals, plaques, rètols, marques pintades...

#### **4.1.4.- Muntatge elèctric (Electricistes)**

### ***DESCRIPCIÓ***

El muntatge elèctric consistirà en la col·locació de tubs, cables i proteccions així com la connexió a xarxa de la mateixa. Inclou doncs totes les activitats de connexions, estesa de cable, ...

Els instal·ladors elèctrics realitzaran una part de la seva tasca a nivell de coberta, per tant, el risc de caiguda a diferent nivell, es existent. Per altra banda caldrà tenir cura alhora de desplaçar-se entre les files de l'estructura, ja que existeix un risc elevat de entrebancar-se i fer-se tortes i altres lesions derivades del risc esmentat. Caldrà que el personal tingui especial cura de portar el calçat adequat.

Els electricistes hauran d'ésser advertits que els panells fotovoltaics generen tensió i per tant, hauran d'evitar el contacte directe entre els cables positius i negatius d'un mateix circuit. Tot i que el risc és baix ja que les unions es realitzen amb connectors mascle-femella recoberts de plàstic i els panells tenen un grau de protecció 2 contra contactes elèctrics indirectes, caldrà informar als treballadors de l'existència d'aquest risc i a més hauran de portar guants de protecció contra contactes elèctrics en general.

## **RISCS**

Cops per eines manuals	Atrapaments
Caiguda de persones al mateix nivell	Caiguda d'objectes
Caiguda de persones a diferent nivell	Cremades
Talls per maneig d'eines manuals	
Talls o cops per maneig de màquines	
Talls per maneig de les guies i conductors	
Sobreesforços per postures forçades	
Electrocució o cremades per la mala protecció dels quadres elèctrics	
Electrocució o cremades per maniobres incorrectes de les línies	
Electrocució i cremades per ús d'eines sense aïllament	
Electrocució o cremades per ponteg de mecanismes de protecció	
Electrocució o cremades per connexions directes sense clavilles mascle - femella	
Explosió dels grups de transformació	
Incendi per incorrecta instal·lació de la xarxa elèctrica	

### ***NORMES O MESURES PREVENTIVES:***

El muntatge d'aparells elèctrics es farà sempre per personal especialista, en prevenció dels riscos per muntatges incorrectes.

Les escales de mà a utilitzar, seran del tipus tisora, amb sabates antilliscants i cadeneta limitadora d'obertura, per tal d'evitar els riscos per treballs realitzats sobre superfícies insegures i estretes.

Es prohibeix la formació de bastides utilitzant escales de mà a manera de cavallets, per tal d'evitar riscos per treballs sobre superfícies insegures i estretes.

Es prohibeix la connexió de cables als quadres de subministrament elèctric de l'obra, sense la utilització de les clavilles mascle - femella.

La realització del cablejat, penjament i connexió de la instal·lació elèctrica sobre escales de mà es farà un cop instal·lada una xarxa tensa de seguretat entre la planta sostre i de recolzament en la qual es fan els treballs, per a eliminar el risc de caiguda des d'altura.

Les eines a utilitzar per electricistes instal·ladors, estaran protegides amb material aïllant normalitzat contra els contactes amb l'energia elèctrica.

Les eines dels instal·ladors elèctrics amb aïllament deteriorat seran retirades i substituïdes per altres en bon estat, de forma immediata.

Es prohibeix la utilització d'escales de mà o de bastides sobre cavallets, en llocs amb risc de caiguda des d'alçada durant els treballs d'electricitat, si abans no s'han instal·lat les proteccions de seguretat adequades.

Per tal d'evitar la connexió accidental a la xarxa, de la instal·lació elèctrica de l'edifici, l'últim cablejat que es farà serà el que va del quadre general al de la companyia subministradora, guardant en lloc segur els mecanismes necessaris per a la connexió, que seran els últims a instal·lar-se.

Les proves de funcionament de la instal·lació elèctrica seran anunciades a tot el personal de l'obra abans de començar, per tal d'evitar accidents.

Abans de fer entrar en càrrega la instal·lació elèctrica, es farà una revisió en profunditat de les connexions de mecanismes, proteccions i empalmades dels

quadres generals elèctrics directes o indirectes, d'acord amb el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### ***EQUIPS DE PROTECCIÓ INDIVIDUAL***

Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè, amb un pes màxim de 400g (UNE EN 812:98).

Roba de treball adequada al tipus d'activitat.

Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament.

Parella de guants de material aïllant per a treballs elèctrics. Classe 00. Logotip color beige, tensió màxima 500V (UNE EN 420:95)

Parella de botes dielèctriques resistents a la humitat, de pell rectificada, amb envoltant del turmell encoixinat, sola antilliscant i antiestàtica, falca amortidora per al taló, llengüeta de manxa, de despreniment ràpid, sense ferramenta metàl·lica, amb puntera reforçada, homologades segons DIN 4843.

Sistema anticaiguda compost per un arnès anticaiguda (marcat en 361) amb tirants, bandes secundàries, bandes subglúties, bandes de cuixa, recolzament dorsal per a subjecció, elements d'ajust, element dorsal per subjecció, elements d'ajust, element dorsal d'enganxament d'arnès anticaiguda i sivella, incorporat a un subsistema anticaiguda de tipus lliscant sobre línia d'ancoratge flexible de llargària 10m (marcat en 353-2) (UNE EN 361:93, UNE EN 362:93, UNE EN 364:93+ erratum 94, UNE EN 365:93 i UNE EN 353-2:93).

Sistema de subjecció en posició de treball i prevenció de pèrdua d'equilibri, compost d'una banda de cintura, sivella, recolzament dorsal elements d'enganxament, connector, element d'amarrament del sistema d'ajust de longitud (marcat en 362) (UNE EN 358:93, UNE EN 362:93, UNE EN 354:93, UNE EN

Aparell d'ancoratge per equip de protecció individual contra caiguda d'alçària (UNE 1 EN 795:97).

Faixa de protecció dorso-lumbar.

Armilla, per a senyalista, amb tires reflectores a la cintura, al pit i a l'esquena (UNE EN 471:95+erratum:96).

Catifa aïllant

Comprovants de tensió

Eines aïllants

Llances aïllants.

### **PROTECCIONS COL·LECTIVES**

Pantalla de protecció per treballs exposats al vent, d'alçària 2,5m de planxa nervada d'acer galvanitzada, tornapunts de perfils d'acer cada 1,5m ancorats amb formigó i amb el desmuntatge inclòs.

Escala portàtil dielèctrica de polièster i fibra de vidre d'alçària 2,5m i de llargària 3,5m.

Cinta d'abalisament.

Senyalització de les obres, indicant les activitats que s'hi desenvolupen, els riscos existents i la localització dels diferents punts d'accés, zones de pas, acopi de materials... Per a assolir-ho s'empraran cartells informatius, senyals, plaques, rètols, marques pintades...

#### **4.1.5.- Treballs en alçada**

Aquestes instal·lacions en cobertes es caracteritzen per a realitzar treballs en alçada.

Considerem treball en alçada totes aquelles operacions que es realitzin per sobre del nivell del terra. La major part dels accidents és degut a causes humanes o bé causes materials. I el principal risc és el de caiguda a diferent nivell, no obstant es poden considerar el següents:

### **RISCS**

Caiguda de persones al mateix nivell

Caiguda d'objectes

Caiguda de persones a diferent nivell

Cops i talls

Exposició a temperatures extremes

Sobreesforços

## Contactes elèctrics directes i indirectes

A continuació definim les característiques del equip emprats en aquest tipus de treballs i les mesures preventives a aplicar.

### Escales

Les escales a emprar, si són de tisora estaran dotades de tirants de limitació d'obertura; si són de mà tindran un dispositiu antilliscant. En ambdós casos la seva amplada mínima serà de 0,50m. Les escales de mà s'han de subjectar a un lloc fix i hauran de sobrepassar com a mínim 1m del lloc on es pretén arribar. Les pujades i baixades es realitzaran sempre frontalment i amb les mans lliures. Una bona inclinació per a les escales serà de 15-20° i la separació respecte a la paret hauria d'ésser  $\frac{1}{4}$  de la longitud de l'escala.

Cal que es recolzin en terrenys estables, contra una superfície sòlida i fixa, i de forma que no es pugui relliscar ni puguin bascular.

### Bastides de borriquetes

Fins a 3 m. d'altura es podran utilitzar bastides de borriquetes fixes sense arriostaments.

Per sobre de 3m. i fins a 6 m. com a màxim d'altura permesa per aquest tipus de bastides, s'empraran borriquetes armades de bastidors mòbils arriostrats. Tots els taulons que formen la bastida, hauran de subjectar-se per lies, i no han de volar més de 0,20 m.

L'amplada mínima de la plataforma de treball serà de 0,60 m, quan existeixi risc de caiguda de més de 2m caldrà instal·lar baranes.

Cal disposar de les bastides necessàries per tal que l'operari mai treballi per sobre de l'alçària de les espatlles.

Es prohibirà recolzar les bastides en parets o pilastres acabades de fer o en qualsevol altre mitjà de recolzament provisional, que no sigui el borriquet o cavallet sòlidament construït.

Diàriament, abans d'iniciar els treballs en les bastides es revisarà la seva estabilitat, la subjecció dels taulons de la bastida i les escales d'accés, així com els cinturons de seguretat i els seus punts d'ancoratge.

#### Bastides sobre rodes

La seva alçària no podrà ésser superior a 4 vegades el seu costat menor.

Per a alçades superiors a 2 m. es dotarà a la bastida de baranes de 0,90 m. i rodapeus de 0,20m.

L'accés a la plataforma de treball es farà mitjançant escales de 0,50 m. d'amplària mínima, fixades a un lateral de la bastida, per a alçades superiors als 5 m. l'escala estarà prevista de gàbies de protecció.

Les rodes estaran previstes de dispositius de bloqueig. En cas contrari es falcaran per ambdós costats.

Caldrà que es recolzin en superfícies resistents, recorrent si fos necessari a la utilització de taulons o altres dispositius de repartiment del pes.

Abans de la seva utilització es comprovarà la seva verticalitat.

Abans del seu desplaçament el personal de la plataforma de treball baixarà i no tornarà a pujar al mateix fins que la bastida estigui situada en el seu nou emplaçament.

#### Normes d'actuació durant els treballs

La bastida es mantindrà en tot moment lliure, malgrat el cas en què sigui estrictament necessari per a l'execució d'algun treball.

Es prohibirà la preparació de masses sobre les bastides penjades.

En les operacions de alçat i descens d'aquestes bastides es descarregarà de tot material acopiats en ella i només romandrà sobre d'ella les persones que hagin d'accionar els aparells. Es tindrà especial cura per tal que en tot moment es conservi la seva horitzontalitat.

Un cop la bastida assoleixi la seva corresponent altura es subjectarà degudament. L'accés a les bastides de més de 1,50m d'alçada, es farà mitjançant d'escalas de mà.

En tot moment es mantindran les zones de treball netes, ordenades i suficientment il·luminades.

L'elevació de peces es realitzarà en gàbies, safates o dispositius similars dotats de laterals fixos o abatibles que impedeixin la caiguda durant la seva elevació.

En les zones de treball es disposarà de cordes o cables de retenció i altres punts fixos per a enganxar-hi els cinturons de seguretat.

La plataforma de treball ha d'ésser d'una amplada mínima de 0,60m, els taulons que la formen han d'estar subjectes a les borriquetes mitjançant lles i no han de volar més de 0,20m. En els treballs d'alçada la plataforma estarà proveïda de baranes de 0,90m i de rodapeus de 0,20m. Per sobre dels 2m qualsevol bastida ha d'anar proveïda d'una barana de 0,90m d'alçada i de rodapeu de 0,20m.



## **4.2.- Riscos derivats de la maquinària**

### 4.2.1.- Camió transport

#### **RISCS**

Riscos inherents als treballs realitzats en la seva proximitat

Atropellament de persones per: (maniobres en retrocés; absència de senyalistes; errors de planificació; manca de senyalització; absència de semàfors)

Xocs a l'entrar i sortir de l'obra per: (maniobres en retrocés; falta de visibilitat; absència de senyalista; absència de senyalització; absència de semàfors)

Bolcada del camió per: (superar obstacles; forts pendents; mitges vessants, desplaçament de la càrrega)

Caigudes des de la capsa al sòl per: (caminar sobre la càrrega; pujar i baixar per llocs imprevistos per a això)

Projecció de partícules per: (vent; moviment de la càrrega)

Atrapament entre objecte, (romandre entre la càrrega en els desplaçaments del camió)

Atrapaments, (tasca de manteniment)

Contacte amb la corrent elèctrica, (capsa hissada sota línies elèctriques)

#### ***NORMES O MESURES PREVENTIVES***

Es realitzarà una neteja diària dels elements sobrants, filferros, retalls...

La circulació, càrrega i descàrrega de material es realitzarà en les zones i per les zones senyalitzades.

Les superfícies estaran netes de materials o eines que puguin obstaculitzar les maniobres d'instal·lació.

Senyalització de la zona d'obres, impedit l'accés a persones alienes a les obres.

Senyal acústica de marxa enrere.

#### 4.2.2.- Plataforma elevadora

##### **RISCS**

Atropellament de persones per: (maniobres en retrocés; absència de senyalista; espai angost)

Contacte amb l'energia elèctrica, (sobrepasar els gàlils de seguretat sota línies elèctriques aèries)

Bolcada de la plataforma elevadora per: (superar obstacles del terreny; errors de planificació)

Atrapaments, (maniobres de càrrega i descàrrega)

Cops per objectes, (maniobres de càrrega i descàrrega)

Soroll

##### **NORMES O MESURES PREVENTIVES**

Es realitzarà una neteja diària dels elements sobrants, filferros, retalls...

La circulació, càrrega i descàrrega de material es realitzarà en les zones i per les zones senyalitzades.

Les superfícies estaran netes de materials o eines que puguin obstaculitzar les maniobres d'instal·lació.

Senyalització de la zona d'obres, impedit l'accés a persones alienes a les obres.

Senyal acústica de marxa enrere.

#### 4.3.- Riscs derivats dels equips auxiliars

En aquest apartat es consideren els riscos derivats de les eines i que empraran bàsicament el personal que intervindran en l'obra. Bàsicament empraran: màquina per a perforar, trepant, serra circular, eines manuals, escala de ma normal o extensible i els riscos són principalment:

Sobre esforços, (foradador de longitud important)

Contacte amb l'energia elèctrica, (falta de doble aïllament; anul·lació de presa de terra; carcasses de protecció trencades; connexions sense clavilla, cables trencats...)

Erosions a les mans

Talls, (tocar arestes, neteja del foradador)

Cops al cos i ulls, per fragments de projecció molt violenta de fragments)

Els derivats del trencament de la broca, (accidents greus per projecció molt violenta de fragments)

Pols

Caigudes al mateix nivell per: (trepitjades sobre materials, torçades; talls)

Soroll i vibracions

Caiguda a diferent nivell per desplaçament de l'escala, per pèrdua d'equilibri.

Atrapament per desencaixament i/o trencament de peces o desplegament d'escaleres extensibles.

Caiguda d'objecte o eines.

Cops o sobreesforços durant el transport.

Contactes elèctrics directes o indirectes amb escales mecàniques per treballs elèctrics

#### ***NORMES O MESURES PREVENTIVES***

El disc i els altres òrgans mòbils de la serra circular estaran protegits per tal d'evitar atrapaments i talls.

Les màquines elèctriques que s'emprin, si no disposen de doble aïllament (es pot comprovar la placa de característiques pel seu símbol) es dotaran d'interruptors diferencials amb la seva corresponent posada a terra que caldrà revisar periòdicament conservant-les en bon estat.

Cada dia, es comprovarà el cable d'alimentació amb especial atenció als enllaços amb la màquina i la presa de corrent abans de posar en marxa la màquina.

S'evitarà fumar o utilitzar qualsevol aparell que produeixi espurnes durant l'aplicació i el secant de les coles i vernissos.

Sempre tenir 3 punts de subjecció amb l'escala (2 peus + 1 peu + 1 mà o 2 mans i 1 peu)

Comprovar tots els dies l'estat de l'escala: escalons, fixacions, punt de suport, etc.

### ***PROTECCIONS INDIVIDUALS***

Serà obligatori emprar cascs i guants.

Arnès de protecció contra caiguda a diferent nivell.

#### **4.4.- Riscs de danys a tercers**

##### ***DESCRIPCIÓ***

Els riscos a tercers es refereix a la probabilitat i possibilitat de l'existència d'un perill per a persones alienes a l'execució de les obres. En el cas del projecte aquestes serien el personal que accedeix normalment a la granja, així com el propietari o agricultors que circulin prop de l'obra.

##### ***RISCS***

Cops a les persones pel transport o disposició de peces en diverses zones.

Caiguda de persones al mateix nivell

Caiguda de persones a diferent nivell

Bolcada de peces

Entrebancs i torçades

##### ***NORMES O MESURES PREVENTIVES***

Es realitzarà una neteja diària dels elements sobrants, filferros, retalls...

La circulació, càrrega i descàrrega de material es realitzarà en les zones i per les zones senyalitzades.

Les superfícies estaran netes de materials o eines que puguin obstaculitzar les maniobres d'instal·lació.

Senyalització de la zona d'obres, impedit l'accés a persones alienes a les obres.

Senyal acústica de marxa enrere.

#### **4.5.- Relació no exhaustiva dels treballs que impliquen riscos especials.**

Treballs amb riscos especialment greus de sepultament, enfonsament o caiguda d'altura i per les particulars característiques de l'activitat desenvolupada, els procediments aplicats o l'entorn del lloc de treball

Treballs en la proximitat de línies elèctriques d'alta tensió

Treballs que requereixin muntar o desmuntar elements prefabricats pesants.

Altres riscos a considerar també seran els derivats de les condicions atmosfèriques que es puguin produir durant el transcurs de les obres. Caldrà tenir especial precaució quan es realitzin treballs amb possibilitat de risc per contactes elèctrics i esllavissades.

Sempre es tindran en compte els riscos propis del lloc, factors de forma i d'ubicació del tall a la instal·lació de les canonades, així com els canvis que pateixin en la seva periodicitat per tal d'evitar interferències amb altres serveis existents com per exemple línies elèctriques, aigua, telèfon, etc...

Es tindran en compte les indicacions situades en el Plec de Condicions Tècniques i Particulars pel que fa a les normes a acomplir vers la Seguretat i Salut de l'obra i també el referit en l'Estudi de Seguretat i Salut de l'obra.

#### **4.6.- Risc en instal·lació provisional contra incendis**

##### **RISCS**

Cops per eines manuals	Atrapaments
Caiguda d'objectes	Talls i cops
Sobreesforços per postures forçades	Cremades
Explosió i/o incendi per incorrecta instal·lació de la xarxa elèctrica	

##### **NORMES O MESURES PREVENTIVES**

Es prohibeix fumar en les proximitats de líquids inflamables i materials combustibles.

No acopiar grans quantitats de material combustible.

No situar fonts d'ignició prop a la zona d'acopi de materials.

Retirar el material combustible de les zones pròximes als treballs de soldadura.

### **PROTECCIONS COL·LECTIVES**

Manteniment periòdic de la instal·lació, amb revisió de l'estat de les mànegues, presa de terra, endolls,...

Mantenir lliure d'obstacles les vies d'evacuació, especialment escales.

Disposar de personal entrenat en el maneig de medis d'extinció d'incendis.

Es disposarà dels següents mitjans d'extinció, basant-se en extintors portàtils homologats i convenientment revisats:

1 de CO2 de 5kg a la vora del quadre general de protecció.

1 de CO2 de 5kg en acopi de líquids inflamables.

1 de CO2 de 5kg en acopi de eines, si hi fossin

## 5.- PRINCIPIS GENERALS D'APLICACIÓ DURANT L'EXECUCIÓ DE L'OBRA

L'article 10 del R.D.1627/1997 estableix que s'aplicaran els principis d'acció preventiva recollits en l'art. 15é de la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de Noviembre)" durant l'execució de l'obra i en particular en les següents activitats:

- El manteniment de l'obra en bon estat d'ordre i neteja
- L'elecció de l'emplaçament dels llocs i àrees de treball, tenint en compte les seves condicions d'accés i la determinació de les vies o zones de desplaçament o circulació.
- La manipulació dels diferents materials i la utilització dels mitjans auxiliars.
- El manteniment, el control previ a la posada en servei i el control periòdic de les instal·lacions dispositius necessaris per a l'execució de l'obra, amb objecte de corregir els efectes que poguessin afectar a la seguretat i la salut dels treballadors.
- La delimitació condicionament de les zones d'emmagatzematge dipòsit dels diferents materials en particular si es tracta de matèries i substàncies perilloses.
- La recollida dels materials perillosos utilitzats.
- L'emmagatzematge i l'eliminació o evacuació de residus i runes.
- L'adaptació en funció de l'evolució de l'obra del període de temps efectiu que s'haurà de dedicar als diferents temes o fases del treball.
- La cooperació entre els contractistes, subcontractistes treballadors autònoms.
- Les interaccions i incompatibilitats amb qualsevol altre tipus de feina o activitat que es realitzi a l'obra o prop de l'obra.



Els principis d'acció Preventiva establerts a l'article 15é de la Llei 31/95 són els següents:

1.- S'aplicaran les mesures que integren el deure general de prevenció, d'acord amb els següents principis generals:

- a) Evitar riscos.
- b) Avaluar els riscos que no es puguin evitar.
- c) Combatre els riscos a l'origen.
- d) Adaptar el treball a la persona, en particular amb el que respecta a la concepció dels llocs de treball, l'elecció dels equips i dels mètodes de treball i de producció, per tal de reduir el treball monòton i repetitiu i reduir els efectes del mateix a la salut.
- e) Tenir en compte l'evolució de la tècnica.
- f) Substituir allò que és perillós per allò que tingui poc o cap perill.
- g) Planificar la prevenció, buscant un conjunt coherent que integri la tècnica, l'organització del treball, i les condicions de treball.
- h) Adoptar mesures que posin per davant la protecció col·lectiva a la individual.
- i) Donar les degudes instruccions als treballadors

2.- Es tindran en consideració les capacitats professionals dels treballadors en matèria de seguretat i salut en el moment d'encomanar les feines.

3.- S'adoptaran les mesures necessàries per garantir que només els treballadors que hagin rebut informació suficient i adequada puguin accedir a les zones de risc greu i específic.

4.- L'efectivitat de les mesures preventives haurà de preveure les distraccions i imprudències no temeràries que pugués cometre el treballador. Per

a la seva aplicació es tindran en compte els riscos addicionals que poguessin implicar determinades mesures preventives, que només podran adoptar-se quan la magnitud dels esmentats riscos sigui substancialment inferior a les dels que es pretén controlar i no existeixin alternatives més segures.

5.- Es concertaran operacions d'assegurances que tinguin com a finalitat garantir com a àmbit de cobertura la previsió de riscos derivats del treball, l'empresa respecte dels seus treballadors, els treballadors autònoms respecte d'ells mateixos i les societats cooperatives respecte els socis, l'activitat dels quals consisteixi en la prestació del seu treball personal.

Com a criteri general primaran les proteccions col·lectives en front les individuals. A més, s'hauran de mantenir en bon estat de conservació els medis auxiliars, la maquinària i les eines de treball. D'altra banda els medis de protecció hauran d'estar homologats segons la normativa vigent. Tanmateix les mesures relacionades s'hauran de tenir en compte pels previsibles treballs posteriors (reparació, manteniment...).

## 6.- NORMATIVA

- R.D. 485/1997 – Senyalització dels llocs de treball.
- R.D. 486/1997 – Disposicions mínimes de seguretat en els llocs de treball.
- R.D. 487/1997 – Disposicions mínimes en la manipulació de càrregues.
- R.D. 773 / 1997 - Disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.
- R.D. 1215 / 1997 - Pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- R.D. 1314 / 1997 – Condicions mínimes de seguretat i salut en obres de construcció.
- R.D. 1316/1989 - Protecció dels treballadors enfront el soroll.

- R.D. 1627 / 1997 - Disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció
- R.D. – 171/2004, del 30 de gener, pel que es desenvolupa l'article 24 de la Llei 31/1995, del 8 de novembre, de Prevenció de Riscos Laborals, en matèria de coordinació d'activitats empresarials.
- R.D. 2177 / 2004 - Equips de treball en treballs temporals en alçada. Cinturons de seguretat: guies per a l'elecció, ús i manteniment.
- R.D. - 2667/2004 - Reglamento de Seguretat contra incendis en establiments industrials.
- R.D. – 842 / 2002 – Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió.
- R.D. – 286/2006, del 10 de març, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors contra riscos relacionats amb l'exposició al soroll.
- R.D. - 604/2006 de 19 de maig, pel qual es modifica el Real Decret 39/1997, de 17 de gener, en el que s'aprova el Reglament dels Serveis de Prevenció y aprova el Reglament dels Serveis de Prevenció, i el Real Decreto 1627/1997, de 24 d'octubre, pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció.
- Llei 54/2003 – Reforma del marc normatiu de la prevenció de riscos laborals.
- Llei 1311/2005 – Sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors davant els riscos derivats o que poden derivar-se de l'exposició a vibracions mecàniques.
- Llei 31/1995 - Prevenció de Riscos Laborals.
- NTP – 37 – Risc intrínsec d'incendi (II).
- NTP – 202 – Sobre el risc de caiguda de persones a diferent nivell.
- NTP – 239 – 89 - Escales manuals
- NTP – 408 – 96 - Escales fixes de servei
- NTP – 634 - Plataformes elevadores mòbils de personal
- NTP -319 – Carretes manuals: transpalets manuals

## PROJECTE FINAL DE CARRERA

---

- Guia tècnica per a l'avaluació i prevenció de riscos relatius a l'ús dels llocs de treball. (RD 487/1997 – INSHT)
- Norma Bàsica Edificacions
- Ordenances Municipals

# 2.8 ANNEX VIII

## DOCUMENTACIÓ TÈCNICA

## 2.8.1 DOCUMENTACIÓ TÈCNICA PANELLS



## IBC ECOLINE - IDEAL FOR LARGE AREAS

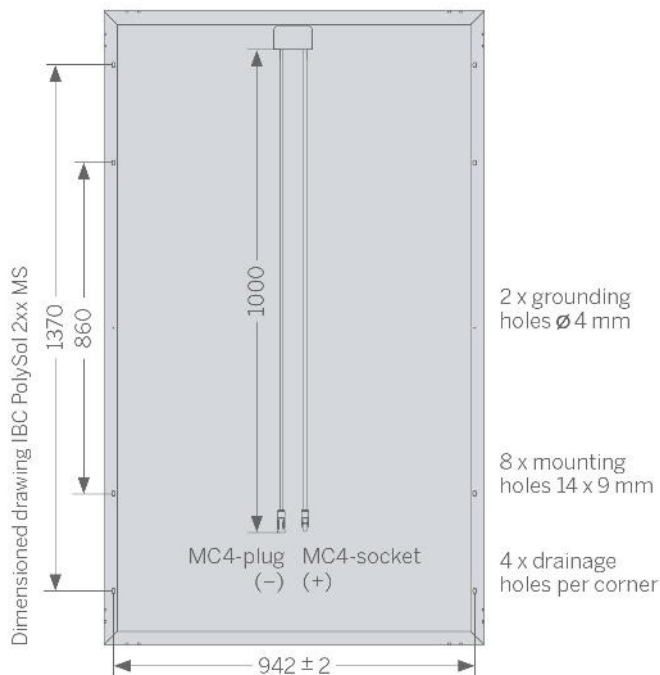
### IBC PolySol 235 MS, 240 MS

#### POLYCRYSTALLINE SOLAR MODULES

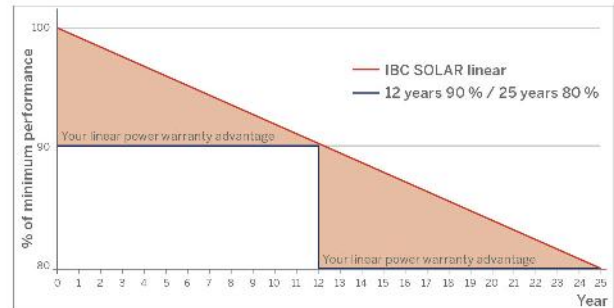
This solarmodule is suitable for roofs ranging from single-family homes to industrial buildings. Since it can be installed with KNUBIX mounting system, it is also ideal for large-area flat-roof-mounted systems. The cell surface of the IBC PolySol MS has been acid-textured to boost cell efficiency. This ensures particularly high efficiency even in low light. You benefit from high output and good returns.

##### HIGHLIGHTS

- Suitable for grid-connected systems
- Maximum yields, thanks to acid textured cells
- 25 years linear power warranty\*  
linear power decrease of no more than 0,8% per year,  
80% / 25 years
- 10-year product warranty\*
- Power tolerance -0 / +5 W
- Tested according IEC 61215 for snow loads up to 5400 Pa (ca. 550 kg/m<sup>2</sup>)
- IEC 61730, Application Class A for system voltages up to 1,000 V
- IEC 61215 tested and certified
- CE marking
- 100% end control with individual registration of the electrical characteristics
- Quality tested by IBC SOLAR in own laboratory with climate chambers and flasher with integrated electroluminescence measurement



Your linear power warranty advantage



## TECHNICAL DATA

IBC PolySol	240 MS	235 MS
STC Power Pmax (Wp)	240	235
STC Nominal Voltage Umpp (V)	30,0	29,8
STC Nominal Current Impp (A)	8,01	7,89
STC Open circuit voltage Uoc (V)	37,2	36,9
STC Short circuit current Isc (A)	8,56	8,47
800 W/m² NOCT AM1.5 Power Pmax (Wp)	173,5	169,9
800 W/m² NOCT AM1.5 Nominal Voltage Umpp (V)	28,0	27,8
800 W/m² NOCT AM1.5 Open Circuit Voltage Uoc (V)	34,2	34,0
800 W/m² NOCT AM1.5 Short Circuit Current Isc (A)	7,00	6,91
Rel. efficiency reduction @ 200W/m² (%)	2,8	2,8
Tempcoeff Isc (%/°C)	+0,04	+0,04
Tempcoeff Uoc (mV/°C)	-123	-122
Tempcoeff Pmpp (%/°C)	-0,48	-0,48
Module Efficiency (%)	14,7	14,4
NOCT °C	48	48
Max. System Voltage (V)	1000	1000
Current value String fuse (A)	15	15
Fuse protection from parallel strings	4	4
Length (mm)	1650	1650
Width (mm)	992	992
Height (mm)	45	45
Weight (kg)	19,0	19
Articlenumber	2202800012	2202800013

Your IBC SOLAR partner:

22.11.2011

\* Product and power warranty in accordance with the version of the full warranty conditions received from your specialized IBC SOLAR partner at the time of installation. This warranty is valid only when the relevant product is installed in accordance with the applicable installation instructions. Electrical values under standard test conditions: 1000W/m²; 25°C, AM1.5. 800 W/m², NOCT. Specifications according EN60904-3 (STC). All datas according DIN EN 50380. Subject to modifications that represent process.



## CE Declaración de Conformidad

La entidad emisora:

IBC SOLAR AG  
Am Hochgericht 10  
96231 Bad Staffelstein

Producto:

Módulos fotovoltaicos cristalinos para uso terrestre

Designación de tipo:

IBC PolySol xxx LS

Declaro bajo su única y exclusiva responsabilidad que el producto del tipo especificado cumple con las directivas europeas:

**2006/95/CE**

**“Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión”**

**2004/108/CE**

**“Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la Directiva 89/336/CEE”**

La documentación técnica y el pleno cumplimiento de las normas que figuran a continuación demuestran la conformidad del producto con los requisitos de la mencionada Directiva CE:

Los dos últimos dígitos del año en que se ha definida la normativa CE:

DIN EN 61215 (VDE 0126-31):2006-02; EN 61215:2005-08  
DIN EN 61730-1 (VDE 0126 Teil 30-1):2007-10; EN 61730-1:2007-05  
DIN EN 61730-2 (VDE 0126 Teil 30-2):2007-10; EN 61730-2:2007-05  
IEC 61215 (ed.2)  
IEC 61730-1 (ed.1)  
IEC 61730-2 (ed.1)

Bad Staffelstein, 4. 10. 2017

(Localidad, Fecha)

ppe. [Firma]  
(Firma jurídicamente vinculante de la emisora)

## Garantía

(válida a partir del 01.10.2011)

**IBC SOLAR, S.A.U.**  
C.I.F. nº A.97.716.286  
Avda. Juan de la Cierva, 27  
46980 Paterna (Valencia)  
Tel. +34 961 366 528  
Fax. +34 961 366 529  
(en lo sucesivo denominada "IBC SOLAR")

En calidad de fabricante de los módulos "IBC MonoSol xxx ET", "IBC MonoSol xxx ET Black", "IBC PolySol xxx LS", "IBC MonoSol xxx MS", "IBC PolySol xxx MS", "IBC PolySol xxx TE", "IBC MonoSol xxx TT" e "IBC PolySol xxx TT" (en lo sucesivo, los "módulos") asume las siguientes garantías respecto a los mismos:

### 1. Garantía del producto.

IBC SOLAR garantiza que los módulos están libres de defectos tanto en el material como en la mano de obra en condiciones normales de aplicación, instalación, uso o servicio durante un período de diez (10) años.

En caso de que durante dicho periodo de 10 años aparezcan fallos atribuibles a defectos de fabricación o de material que perjudiquen la funcionalidad de los módulos, IBC SOLAR procederá de la forma que se expone en el punto 5. Las prestaciones mínimas indicadas en la hoja técnica de los módulos se aplican exclusivamente a la garantía de rendimiento a que se refiere el punto 2. La garantía del producto no cubre el desgaste natural de los módulos.

### 2. Garantía de rendimiento.

Además de la garantía de producto, IBC SOLAR ofrece una garantía sobre el rendimiento de los módulos.

IBC SOLAR garantiza que el rendimiento real de los módulos en el momento de la compra se corresponde al 100% con el rendimiento mínimo indicado en la hoja técnica de los módulos y que, durante un plazo de 25 años, dicho rendimiento no se verá reducido anualmente en más del 0,8% del rendimiento mínimo garantizado en la hoja técnica de los módulos, de modo que, al terminar el 25º año de servicio, el producto tendrá un rendimiento real de, al menos, el 80% del rendimiento mínimo garantizado en la hoja técnica de los módulos. En caso de divergencia en sentido negativo del rendimiento real de los módulos respecto a los antedichos valores umbral, IBC SOLAR compensará la disminución del rendimiento según se dispone en el punto 5.

Para verificar un posible caso de aplicación de la garantía, el rendimiento real de los módulos se determinará bajo condiciones de ensayo estándar (STC, por sus siglas en inglés), es decir, con un espectro de luz de AM 1,5, una irradiación de 1.000 W/m² y una temperatura de la célula de 25 °C, de conformidad con el estándar IEC 60904. La medición del rendimiento la realizará bien un instituto de medición de reconocido prestigio o bien IBC SOLAR. La valoración de las tolerancias de medición se efectuará de acuerdo con el estándar EN 50380.

### 3. Inicio, beneficiarios y ámbito de aplicación de las garantías.

- a) Esta garantía se aplica a todos los módulos suministrados por IBC SOLAR a partir del 1 de octubre de 2011. El plazo de garantía empieza a contar con el suministro del módulo al primer cliente final y, en todo caso, transcurridos seis (6) meses desde la entrega del módulo por parte de IBC SOLAR. En caso de duda, se considerará fecha de suministro la fecha de la factura expedida por el vendedor o el instalador.
- b) Podrá beneficiarse de la garantía quien sea propietario del módulo en el momento en que se produzca el caso de aplicación de garantía. El módulo en cuestión deberá estar incorporado

en la instalación solar en la que empezó a funcionar por primera vez. Los módulos que hayan sido desmontados e instalados de nuevo –salvo para ser reparados– no están cubiertos por la garantía.

- c) La garantía es efectiva dentro de la Unión Europea, así como en cualquier otro lugar en el que el módulo haya sido distribuido por IBC SOLAR o con el consentimiento de IBC SOLAR.
- d) La garantía no es de aplicación para módulos instalados en sistemas “off-shore” o de mar abierto (por ejemplo boyas, barcos o lugares similares).

#### 4. Reclamación de los derechos derivados de la garantía.

Los derechos de garantía tendrán que reclamarse en el plazo de 48 horas desde la aparición del incidente sujeto a garantía mediante notificación fehaciente dirigida (a) al distribuidor que le vendió el módulo, (b) a cualquier distribuidor de IBC SOLAR autorizado, o (c) directamente a IBC SOLAR. No obstante lo anterior, los defectos visibles deberán ser reclamados en un plazo límite de dos meses, a contar desde la fecha de entrega al comprador original del módulo objeto de reclamación, y siempre antes de su instalación. Por otra parte, los defectos o roturas que sean consecuencia del transporte, siempre que IBC SOLAR sea el encargado de contratar el mismo, tendrán que reclamarse en el momento de la recepción de la mercancía.

La reclamación incluirá una descripción del defecto específico reclamado y el tipo y el número de serie del módulo y a ella se adjuntarán los siguientes documentos: (a) Una prueba de la fecha en la que se adquirió el módulo, y (b) la factura de compra original.

En caso de que el vendedor o instalador hayan desaparecido debido a cese de negocio o insolvencia, el beneficiario de la garantía puede dirigirse directamente a IBC SOLAR.

IBC SOLAR podrá rechazar aquellas solicitudes que no se ajusten a todas y cada una de las condiciones de esta garantía.

Todo módulo reemplazado pasará a ser propiedad de IBC SOLAR. La reparación o reemplazo de los módulos o la entrega de módulos adicionales no conlleva ni una prolongación ni un nuevo comienzo del período de garantía.

#### 5. Prestaciones de la garantía.

IBC SOLAR ofrecerá alguna de las siguientes prestaciones de la garantía, a su discreción:

- reparación,
- sustitución,
- suministro de módulos adicionales (únicamente en caso de garantía de rendimiento),
- restitución de los costes de reposición de un módulo similar o de idéntica construcción, reducidos en el importe de amortización lineal anual, calculado sobre la base de una duración de uso prevista de treinta (30) años, o bien
- restitución del precio de compra, reducido en el importe de amortización lineal anual, calculado sobre la base de una duración de uso prevista de treinta (30) años.

En caso de efectuar una sustitución, IBC SOLAR pondrá a disposición del beneficiario módulos de idéntica construcción durante el periodo de garantía del producto.

IBC SOLAR no correrá con los gastos necesarios para la prestación de la garantía, en especial los de montaje y desmontaje, los del ensayo, embalaje, nueva instalación, así como los demás costes de transporte, de infraestructura de transporte y de mano de obra. IBC SOLAR correrá con los gastos de material únicamente cuando dicho material corresponda al propio módulo.

En los casos en los que un suministro sea reemplazado en aplicación de esta garantía y el repuesto haya resultado fallido o no se haya eliminado el defecto inicialmente detectado, el cliente aceptará, en todo caso, un nuevo intento de, a la sola elección de IBC SOLAR, o bien un nuevo suministro de repuesto o bien una reparación del defecto, antes de proceder con cualquier

reclamación de garantía legal. Lo mismo se aplicará en los casos en que después del suministro del repuesto o de la sustitución del mismo aparezcan otros defectos a los inicialmente detectados.

En caso de que se produzca un supuesto de fuerza mayor, de la aparición de cualesquiera problemas o incidencias en los canales de fabricación o de distribución y/o transporte -terrestre o marítimo- de los módulos o de sus componentes, IBC SOLAR no asume ningún compromiso frente al cliente sobre el plazo de entrega, incluyendo el cumplimiento de esta garantía limitada.

La presente garantía constituye una prestación voluntaria por parte de IBC SOLAR. Siempre que la ley no prescriba lo contrario, quedan excluidas cualesquiera pretensiones que excedan las prestaciones de la garantía antes expresadas, en especial las que se refieran a la restitución de daños directos o indirectos.

La prestación de los servicios de la garantía no fundamenta una nueva garantía ni una extensión de las pretensiones de garantía legales ni de pretensiones derivadas de la presente garantía.

No obstante, esta garantía no limita los derechos del comprador (saneamiento por defectos ocultos, en virtud de los arts. 1.484 y ss. del Código Civil) en caso de defectos de los módulos.

#### 6. Exclusiones y limitaciones de la garantía.

Las reclamaciones de garantía deberán presentarse, en cualquier caso, dentro del periodo de garantía vigente.

El beneficiario de la garantía es el propietario del módulo cuando se produce el caso de garantía.

Quedará excluida la prestación de la presente garantía en los siguientes supuestos:

- si el módulo afectado presenta un número de modelo o de serie modificado, borrado, eliminado o ilegible; en este sentido, no serán considerados como defectos con derecho a garantía los aspectos relacionados con la estética del módulo suministrado, salvo que representen una merma en su funcionamiento.
- si la instalación del mismo no se ha realizado según las instrucciones de instalación válidas en el momento de la instalación;
- si existen defectos atribuibles a terceros, en especial al cliente final o al instalador, por montaje o puesta en servicio inadecuados, tratamiento defectuoso o imprudente, desgaste excesivo, combinación con componentes inadecuados o por manejo y/o uso indebido;
- si se han realizado reparaciones o modificaciones no efectuadas y/o autorizadas por IBC SOLAR;
- si existen defectos atribuibles a supuestos de casos fortuitos y/o de fuerza mayor previstos en el artículo 1.105 del Código Civil español, entendiéndose por tales, sin que esta lista tenga carácter restrictivo sino meramente enunciativo, rayos, sobretensión, inundación, incendio, rotura accidental, así como otros incidentes que escapen al control de IBC SOLAR, o
- si se dan cualesquiera otras razones distintas a las condiciones normales de funcionamiento de los módulos y que sean ajenas al control de IBC SOLAR.

No están cubiertas por esta garantía las reclamaciones debidas a la pérdida de beneficio, compensación por la pérdida de uso, daños indirectos y reclamaciones debidas a daños que suceden en el exterior de los módulos.

7. Cláusula de validez.

Si una parte, disposición o cláusula de esta garantía limitada se considera no válida, anulada o inaplicable, esta circunstancia no afectará a las demás partes del documento de garantía, tratándose de forma independiente dichas partes no afectadas por alguna de las contingencias precitadas.

8. Fuero y jurisdicción.

Los derechos derivados de esta declaración de garantía no son transmisibles y están sujetos a la Ley española. Siempre que esté legalmente permitido, el fuero exclusivo para su ejercicio son los Juzgados y Tribunales de la ciudad de Valencia (España).

9. Garantía para Consumidores y Usuarios.

En el exclusivo supuesto de que el Cliente tenga la consideración de Consumidor o Usuario, conforme a lo dispuesto en el Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias, la presente garantía no afectará a los derechos legales del Consumidor y Usuario ante la falta de conformidad de los productos con el contrato, siendo todos los derechos y obligaciones contenidos en este documento adicionales a los legalmente establecidos.

En tal caso, el Consumidor o Usuario comunicará a IBC SOLAR su condición, a fin de que ésta le entregue la garantía legalmente establecida, siendo la garantía legal independiente y compatible con la presente garantía comercial.

A todos los efectos, son consumidores o usuarios las personas físicas o jurídicas que actúan en un ámbito ajeno a una actividad empresarial o profesional.

Valencia, a 14 de octubre de 2011

A blue ink signature, appearing to read "J. Llopis", written over a horizontal line.

José María Llopis Reyna  
Director General  
IBC SOLAR S.A.U

A blue ink signature, appearing to read "M. Hanegraaf", written in a cursive style.

Martijn Hanegraaf  
Product Marketing Manager  
IBC SOLAR S.A.U

## 2.8.2 DOCUMENTACIÓ TÈCNICA INVERSORS



# SolarMax Serie MT

La clave para obtener el máximo rendimiento.



**20**  
More than  
20 years Swiss Quality  
and Experience

 **SolarMax**<sup>®</sup>  
+ SWISS QUALITY

# Todas las cosas buenas tienen tres fases.

Desde hace más de 20 años desarrollamos y producimos inversores sin transformador. Nuestros ingenieros han utilizado y aplicado sus conocimientos técnicos en la nueva Serie MT de SolarMax. El resultado son inversores de alimentación trifásica con un rendimiento todavía superior, que obtiene todavía más de cada campo solar, tanto si se trata de una instalación doméstica media como de un gran proyecto industrial. El amplio rango de tensión de entrada reduce las pérdidas de potencia y minimiza el coste de los cables. Gracias al concepto Multi-Tracking hasta con tres trackers MPP, las diferencias en las superficies de los tejados, ángulo de inclinación y orientaciones no son ningún problema, para ofrecer una flexibilidad todavía mayor en la planificación de campos. Además, todos los inversores son muy ligeros, fáciles de instalar y compatibles con los componentes "MaxComm" de eficacia demostrada.



## Rendimientos máximos

Con un rendimiento europeo del 97.5 %, los inversores SolarMax Serie MT maximizan los rendimientos de cada campo solar. Por medio del voltaje de entrada máximo de hasta 900 V pueden lograrse strings todavía más largos. Esto reduce las pérdidas de potencia y el coste de cableado.



## Swiss Quality

Cada dispositivo SolarMax Serie MT cumple con todas las condiciones del símbolo de verificación GS para la seguridad del producto. Gracias a las elevadas normas de calidad, concedemos para cada inversor monofásico una garantía de fabricante estándar de cinco años, que puede ampliarse opcionalmente a 25 años como máximo.





## Multi tracking inteligente

Los campos solares con inversores de SolarMax Serie MT utilizan las superficies de los tejados de modo todavía más eficiente. Gracias al Multi-Tracking, el punto de funcionamiento puede regularse individualmente para los campos de módulos individuales y optimizarse de este modo. A través del Multi-Tracking flexible e innovador, el generador solar puede distribuirse metódicamente para minimizar las pérdidas de potencia que pueden producirse debido a sombras parciales.



## Servicio postventa competente

Si un dispositivo deja de funcionar del modo habitual, nuestra competente Hotline le ayudará en la localización de averías. Si la avería estuviera causada por el propio dispositivo, cambiaremos el inversor inmediatamente. Además, apoyamos a nuestros distribuidores con cursillos regulares y con nuestro software de diseño gratuito "MaxDesign". De este modo, la planificación de cualquier campo es un juego de niños.



## Sistema de refrigeración innovador

Un nuevo concepto de refrigeración inteligente desvía el calor de la carcasa de modo todavía más eficiente y reduce de este modo el envejecimiento de la electrónica. Todos los inversores SolarMax Serie MT trabajan también en las condiciones más difíciles sin reducir la potencia y esto hasta 50 °C de temperatura ambiente. Para ello, los sensores supervisan la temperatura de servicio y protegen los inversores contra sobrecalentamiento.



## Manejo y comunicación inteligentes

Todas las configuraciones y parámetros relevantes se muestran en la pantalla sinóptica. Un registrador de datos integrado guarda todas las informaciones importantes. Todos los inversores están equipados con una interfaz estándar RS485 y Ethernet y pueden ampliarse fácilmente con los componentes "MaxComm". Por ejemplo, la aplicación gratuita MaxMonitoring representa de forma sinóptica los datos de potencia, de manera que puede verse en todo momento cuánta energía solar ecológica ha generado una instalación e incluso lo que ha inyectado a la red.



## Máxima facilidad de montaje

Los inversores de la serie MT de SolarMax son ligeros, compactos y, gracias a sus conectores de fácil acceso, se pueden instalar en un abrir y cerrar de ojos. Gracias al carril de montaje suministrado, se pueden montar en la pared sin ningún tipo de problema. Además, el seccionador de CC integrado permite separar los inversores del generador solar con una única maniobra.



# MaxComm para supervisar la instalación

## MaxWeb

Nuestro registrador de datos MaxWeb xp constituye el núcleo del sistema de monitorización basado en la web; permite una comunicación multimedia con la planta fotovoltaica y envía notificaciones por Internet a los dispositivos elegidos previamente. MaxRemote permite la reducción remota de potencia a instancias del operador.



## MaxMonitoring

La aplicación gratuita visualiza in situ los datos de rendimiento de la instalación fotovoltaica y de cada uno de los inversores.

## MaxTalk

Software para PC de fácil utilización para la comunicación in situ y la supervisión local de instalaciones.

# Datos técnicos

SWISS QUALITY



		SolarMax 8MT2	SolarMax 10MT2	SolarMax 13MT2	SolarMax 15MT2	SolarMax 13MT3	SolarMax 15MT3
Valores de entrada	Rango de tensión MPP	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V	250 ... 750 V
	Tensión mínima para la potencia nominal	300 V	290 V	370 V	430 V	280 V	320 V
	Tensión CC máxima	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V	900 V
	Corriente CC máxima	1 x 18 A / 1 x 9 A	2 x 18 A	2 x 18 A	2 x 18 A	3 x 16 A	3 x 16 A
	Número de MPP trackers	2	2	2	2	3	3
	Pot. de generador FV máx., por cada seguidor MPP	MPPT1: 9'000 W MPPT2: 4'500 W	9'000 W	9'000 W	9'000 W	9'000 W	9'000 W
	Número de conexiones de strings	1 x 2 / 1 x 1	2 x 2	2 x 2	2 x 2	3 x 2	3 x 2
	Tipo de conector	MC 4	MC 4	MC 4	MC 4	MC 4	MC 4
Valores de salida	Potencia nominal con $\cos(\phi) = 1$	8'000 W	10'000 W	13'000 W	15'000 W	13'000 W	15'000 W
	Potencia aparente máx.	8'000 VA	10'000 VA	13'000 VA	15'000 VA	13'000 VA	15'000 VA
	Tensión nominal de red	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V	3 x 400 V
	Corriente CA máxima	3 x 12 A	3 x 16 A	3 x 20 A	3 x 22 A	3 x 20 A	3 x 22 A
	Rango / Frecuencia nominal de red	50 Hz / 45 Hz...55 Hz					
	Factor de potencia $\cos(\phi)$	Ajustable desde 0.8 sobreexcitado hasta 0.8 subexcitado					
	Coeficiente de dist. no lineal con potencia nom.	< 3 %					
Rendimiento	Tipo de conexión	Amphenol					
	Conexión de red	Trifásico (3 / N / PE)					
Consumo de potencia	Rendimiento máx.	98.0 %					
	Rendimiento europ.	97.5 %					
Consumo de potencia	Consumo nocturno	0 W					
Condiciones ambiente	Tipo de protección según EN 60529	IP65					
	Rango de temp. ambiente	-20 °C...+60 °C					
	Rango de temp. ambiente para potencia nom.	-20 °C...+50 °C					
	Humedad relativa del aire	0...98% (sin condensación)					
Equipamiento	Display	Pantalla LCD gráfica con iluminación de fondo y LED de estado					
	Forma de conexión	dos etapas, sin transformador (sin aislamiento galvanizado)					
	Registrador de datos	Registrador de datos del rendimiento energético, potencias máxima y capacidad de registro que abarca los últimos 10 años, 12 meses y 31 días					
	Control de corriente de falta	Interno, sensible a todo tipo de corriente					
	Carcasa	Aluminio, tapa con revestimiento protector de polvo					
	Descargador de sobretensión CC	Clase de requisitos C (VDE 0675-6) o bien tipo 2 (EN 61643-11)					
	Descargador de sobretensión CA	Clase de requisitos D (VDE 0675-6) o bien tipo 3 (EN 61643-11)					
Normas & directivas	Conforme CE	Sí					
	CEM	EN 61000-3-2 / EN 61000-3-3 / EN 61000-3-11 / EN 61000-3-12 / EN 61000-6-2 / EN 61000-6-3					
	Normas/directivas cumplidas	VDE-AR-N 4105 / VDE 0126-1-1 / BDEW Directiva MT <sup>1)</sup> / CEI 0-21 / RD 661 / RD 1699 / G59/2 / G83/1-1 <sup>2)</sup> / PPC Guide / C10/11 / EN 50438 <sup>3)</sup> / AS 4777 / CQC Golden Sun					
	Seguridad de aparatos	"Seguridad probada GS" VDE según EN 50178 / IEC 62109-1 AS 3100					
Interfaces	Comunicación de datos	RS485 / Ethernet mediante dos conectores hembra RJ45					
	Contacto de aviso de estado	Conector M12 con relé de estado abierto o cerrado					
Peso & dimensiones	Peso	39 kg	39 kg	39 kg	39 kg	42 kg	42 kg
	Dimensiones en mm (A x A x F)	550 x 750 x 200					
Garantía		Estándar 5 años / posibilidad de ampliarla a 10, 15, 20 o 25 años					

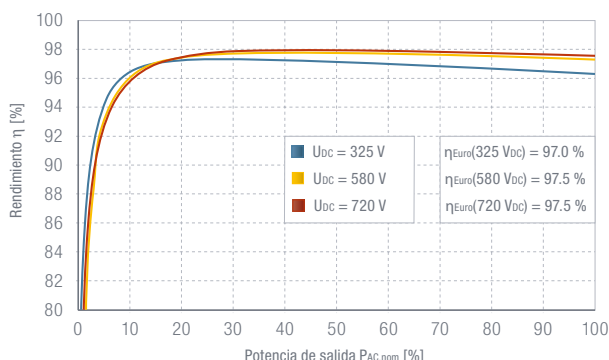
<sup>1)</sup> No disponible para SolarMax 8MT2

<sup>2)</sup> Sólo los inversores SolarMax 8MT2 y SolarMax 10MT2

<sup>3)</sup> Portugal

Reservados todos los derechos. Texto sujeto a modificaciones o errores.

## Curva de rendimiento de SolarMax 15MT3





# Aún más seguridad con los inversores SolarMax

## 5 años de garantía estándar

SolarMax proporciona una garantía estándar de cinco años para todos los inversores y asume todos los costes de material, viaje y mano de obra en los que se incurra en este periodo.

El único requisito para los inversores centrales es el registro de los dispositivos en nuestra página web ([www.solarmax.com/reg](http://www.solarmax.com/reg)) durante los tres primeros meses después de la instalación.

Encontrará las condiciones detalladas al dorso.

## Ampliaciones de la garantía ahora con condiciones aún mejores

Para obtener una protección aún mejor de su inversión y contar con una seguridad planificable más allá del periodo de la garantía estándar, SolarMax le ofrece prestaciones de la garantía ampliadas, que ahora están disponibles con unas condiciones aún más atractivas.

Los inversores se pueden asegurar (dependiendo del producto) por un periodo total de hasta 25 años. Para los inversores centrales, SolarMax ofrece, además, una garantía por pérdida de ingresos con el paquete de servicio completo MaxControl.

**20**  
More than  
20 years Swiss Quality  
and Experience

 **SolarMax**<sup>®</sup>  
+ SWISS QUALITY

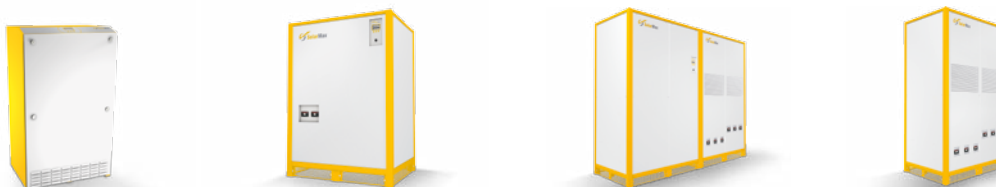


# Resumen de la garantía

(válido a partir del 1/1/2013)



Inversores string		
	Basic	Full
<b>Duración de la serie S y MT</b>	<b>5 años</b>	<b>Duración total de la garantía de 10, 15, 20 o 25 años</b> (incluida la garantía básica estándar)
<b>Contratación</b>	–	Dentro de los 5 años de la garantía básica estándar
<b>Alcance de la garantía</b>	Servicio de cambio <sup>(1)</sup>	



Inversores centrales				
	Basic	Limited	Full	MaxControl – Paquete completo sin preocupaciones
<b>Duración de la serie S</b>	<b>2 años</b> (al registrarse*, ampliación gratuita de 3 años)	<b>Duración total de la garantía de 10 o 12 años</b> (incluida la garantía básica estándar)		<b>Disponibilidad técnica del 97 % durante un período total de hasta 20 años</b>
<b>Duración de la serie TS y TS-SV</b>	<b>2 años</b> (al registrarse*, ampliación gratuita de 3 años)	<b>Duración total de la garantía de 10, 15, 20 o 25 años</b> (incluida la garantía básica estándar)		<b>Disponibilidad técnica del 97 % durante un período total de hasta 25 años</b>
<b>Contratación</b>	–	en un plazo de 3 meses tras la instalación		Antes de la instalación**
<b>Alcance de la garantía</b>	Gastos de material, de viaje y de mano de obra	Gastos de material	Gastos de material, de viaje y de mano de obra	Supervisión de instalaciones, gastos de material, de viaje y de mano de obra
<b>Indemnización por pérdida de ingresos por día</b>	–	–	–	0,50 €/kW (invierno) o 1,00 €/kW (verano) Potencia nominal de CA***

\* [www.solarmax.com/reg](http://www.solarmax.com/reg)

\*\* [www.maxcontrolservice.com](http://www.maxcontrolservice.com)

\*\*\* En caso de que no se cumpla la disponibilidad anual

<sup>(1)</sup> Servicio de cambio:

- Soporte técnico gratuito
- Sustitución gratuita en caso de fallos o defectos relacionados con el dispositivo por un dispositivo del mismo valor
- Suministro de un dispositivo de recambio (por regla general, en el plazo de dos días laborables)
- Reembolso de un importe global de cambio durante el período de garantía

Condición para la prolongación de garantía es, sin embargo, un formulario de prolongación de garantía totalmente cumplimentado.

Además, si no se acuerda de otro modo específicamente, se aplicarán las condiciones básicas de garantía y las condiciones generales comerciales y de suministro de Sputnik.



# Aún más seguridad con los inversores SolarMax

## 5 años de garantía estándar

SolarMax proporciona una garantía estándar de cinco años para todos los inversores y asume todos los costes de material, viaje y mano de obra en los que se incurra en este periodo.

El único requisito para los inversores centrales es el registro de los dispositivos en nuestra página web ([www.solarmax.com/reg](http://www.solarmax.com/reg)) durante los tres primeros meses después de la instalación.

Encontrará las condiciones detalladas al dorso.

## Ampliaciones de la garantía ahora con condiciones aún mejores

Para obtener una protección aún mejor de su inversión y contar con una seguridad planificable más allá del periodo de la garantía estándar, SolarMax le ofrece prestaciones de la garantía ampliadas, que ahora están disponibles con unas condiciones aún más atractivas.

Los inversores se pueden asegurar (dependiendo del producto) por un periodo total de hasta 25 años. Para los inversores centrales, SolarMax ofrece, además, una garantía por pérdida de ingresos con el paquete de servicio completo MaxControl.

**20**  
More than  
20 years Swiss Quality  
and Experience

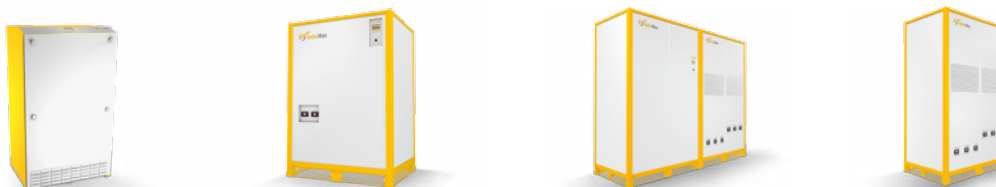
 **SolarMax**<sup>®</sup>  
 **SWISS QUALITY**

# Resumen de la garantía

(válido a partir del 1/1/2013)



Inversores string		
	Basic	Full
<b>Duración de la serie S y MT</b>	<b>5 años</b>	<b>Duración total de la garantía de 10, 15, 20 o 25 años</b> (incluida la garantía básica estándar)
<b>Contratación</b>	–	Dentro de los 5 años de la garantía básica estándar
<b>Alcance de la garantía</b>	Servicio de cambio <sup>(1)</sup>	



Inversores centrales				
	Basic	Limited	Full	MaxControl – Paquete completo sin preocupaciones
<b>Duración de la serie S</b>	<b>2 años</b> (al registrarse*, ampliación gratuita de 3 años)	<b>Duración total de la garantía de 10 o 12 años</b> (incluida la garantía básica estándar)		<b>Disponibilidad técnica del 97 % durante un período total de hasta 20 años</b>
<b>Duración de la serie TS y TS-SV</b>	<b>2 años</b> (al registrarse*, ampliación gratuita de 3 años)	<b>Duración total de la garantía de 10, 15, 20 o 25 años</b> (incluida la garantía básica estándar)		<b>Disponibilidad técnica del 97 % durante un período total de hasta 25 años</b>
<b>Contratación</b>	–	en un plazo de 3 meses tras la instalación		Antes de la instalación**
<b>Alcance de la garantía</b>	Gastos de material, de viaje y de mano de obra	Gastos de material	Gastos de material, de viaje y de mano de obra	Supervisión de instalaciones, gastos de material, de viaje y de mano de obra
<b>Indemnización por pérdida de ingresos por día</b>	–	–	–	0,50 €/kW (invierno) o 1,00 €/kW (verano) Potencia nominal de CA***

\* [www.solarmax.com/reg](http://www.solarmax.com/reg)

\*\* [www.maxcontrolservice.com](http://www.maxcontrolservice.com)

\*\*\* En caso de que no se cumpla la disponibilidad anual

<sup>(1)</sup> Servicio de cambio:

- Soporte técnico gratuito
- Sustitución gratuita en caso de fallos o defectos relacionados con el dispositivo por un dispositivo del mismo valor
- Suministro de un dispositivo de recambio (por regla general, en el plazo de dos días laborables)
- Reembolso de un importe global de cambio durante el período de garantía

Condición para la prolongación de garantía es, sin embargo, un formulario de prolongación de garantía totalmente cumplimentado.

Además, si no se acuerda de otro modo específicamente, se aplicarán las condiciones básicas de garantía y las condiciones generales comerciales y de suministro de Sputnik.



## 2.8.3 DOCUMENTACIÓ TÈCNICA COMPTADOR



# ACE SL7000

## Contador-registrador según Reglamento de Puntos de Medida



► ACE SL7000 versión 762

El contador-registrador ACE SL7000 versión 762 da respuesta a las necesidades de medida derivadas de la desregulación del sector eléctrico español.

En su diseño se han seguido los requisitos establecidos por las normativas legales y los reglamentos que las desarrollan, para la medida en puntos frontera de consumidores cualificados tipos I, II, III y IV, teniendo en consideración las necesidades de las compañías eléctricas y de sus clientes.

El ACE SL7000 versión 762 integra en un solo equipo todas las funciones de medida, tarificación y registro requeridas para las aplicaciones a las que se dirige:

- Medida en clientes comerciales e industriales

El mismo modelo de contador es adecuado para la medida en consumidores a tarifa y cualificados.

- Medida en generación, transporte y distribución

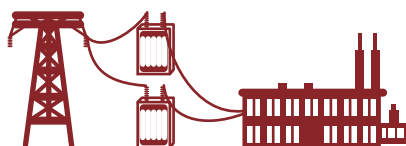
La precisión y gran linealidad del contador aseguran la calidad de las medidas obtenidas.

### Versatilidad

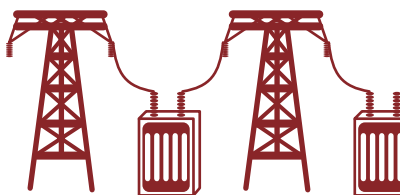
Diseñado en versiones para medida en conexión directa y a transformadores. Está disponible en clases de precisión 0,25, 0,55 y 1 para la energía activa. El ACE SL7000 versión 762 utiliza una arquitectura modular para ajustarse a cada necesidad. Además es autorango en tensión.

### Valor añadido

El ACE SL7000 versión 762 es un contador electrónico de última generación que ofrece numerosas informaciones adicionales a los registros de facturación, diseñado para hacer frente a las condiciones ambientales más adversas.



► Medida en clientes comerciales e industriales



► Medida en generación, transporte y distribución

## Clasificación de los puntos de medida

### Alta Tensión

Tipo I	≥5GWh / año ó ≥10 MW	Cl.0,2S	Tarifador	Lectura remota CEI 60870-5-102	Curva horaria
Tipo II	≥750 MWh / año ó ≥ 450 kW	Cl.0,5S	Tarifador	Lectura remota CEI 60870-5-102	Curva horaria
Tipo III	<750 MWh / año y < 450 kW	Cl.1	Tarifador	Lectura local CEI 60870-5-102	Curva horaria

### Baja Tensión

Tipo IV	>15 kW	Cl.1	Tarifador	Lectura local CEI 60870-5-102
---------	--------	------	-----------	-------------------------------

## Variantes

Las variantes disponibles del contador dan lugar a las siguientes designaciones de tipo:

### Modelos

ACE SL7000 versión 762 tipos I, II y III	SL762	
ACE SL7000 versión 762 tipo IV	SL762	Tipo IV

### Conexión y clase de precisión

Conexión a transformador Cl. 0,2S	A
Conexión a transformador Cl. 0,5S	B
Conexión a transformador Cl. 1	C
Conexión directa I <sub>max</sub> =80 A	D

### Configuración de salidas y comunicaciones

1 x RS232	11
4 salidas de impulsos y 1 x RS232	14
4 salidas de impulsos y 2 x RS232	16
4 salidas de impulsos, 1 x RS232 y 1 x RS485	17

### Alimentación auxiliar

Sin alimentación auxiliar	0
Con alimentación auxiliar	1

## Acceso a los datos

Un visualizador permite la lectura de los registros del contador-registrador, en dos modos de funcionamiento:

**Modo reposo:** Los datos básicos de facturación se presentan en el visualizador en forma cíclica (dirección del registrador y del punto de medida, fecha, hora, energía activa y reactiva y tarifas en curso).

**Modo lectura:** Se presenta toda la información ordenada en menús, mediante el uso de un pulsador.

Asimismo están disponibles aplicaciones informáticas de telelectura que permiten obtener el máximo partido de sus prestaciones. Para ello el contador dispone de un puerto óptico según norma CEI 61107 y de puertos serie para la comunicación local o remota.

## Características principales

### Medida

Energía activa (bidireccional) y reactiva (4 cuadrantes)

### Tarifador

Calendario con 3 contratos:

- ▶ 1<sup>er</sup> contrato: Tarifas de acceso de terceros a la red
- ▶ 2<sup>o</sup> contrato: Acuerdo entre comercializadora y cliente o clientes de mercado regulado
- ▶ 3<sup>er</sup> contrato: Facturación de generadores en régimen especial o un segundo contrato entre comercializadora y cliente

- Disponibilidad de 3 contratos de tarificación (3 en curso y 3 latentes)
- Tarificación de energía, máxima demanda y excesos de potencia
- Hasta 12 temporadas anuales
- Hasta 10 perfiles diarios
- Hasta 49 días festivos y 10 días especiales
- Cambios de tarifa gestionados por reloj interno

Incorpora reloj conforme a CEI 61038.

### Registrador de curva de carga

El registrador dispone de dos curvas de carga conformes al Reglamento de Puntos de Medida y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Cada una de las curvas de carga almacena más de 4000 registros.

Asimismo el registrador almacena a las 00:00 horas de cada día el valor de los totalizadores absolutos e incrementales de las magnitudes registradas, creando un resumen diario con una profundidad igual a la de la curva de carga horaria.

Esta funcionalidad se incorpora de serie en las versiones de contador para clientes cualificados tipos I, II y III, siendo opcional en la versión para clientes tipo IV.

### Comunicaciones

Hasta 3 puertos de comunicación según la versión de contador. Puertos de lectura local y remota, incorporando el protocolo CEI 60870-5-102.

### Salidas digitales

Se dispone opcionalmente de cuatro contactos libres de potencial que permiten transmitir señales a un dispositivo exterior. Estos contactos de salida pueden configurarse como emisores de impulsos de energía, impulsos de máxímetro o indicadores de periodo tarifario.

### Otras funciones

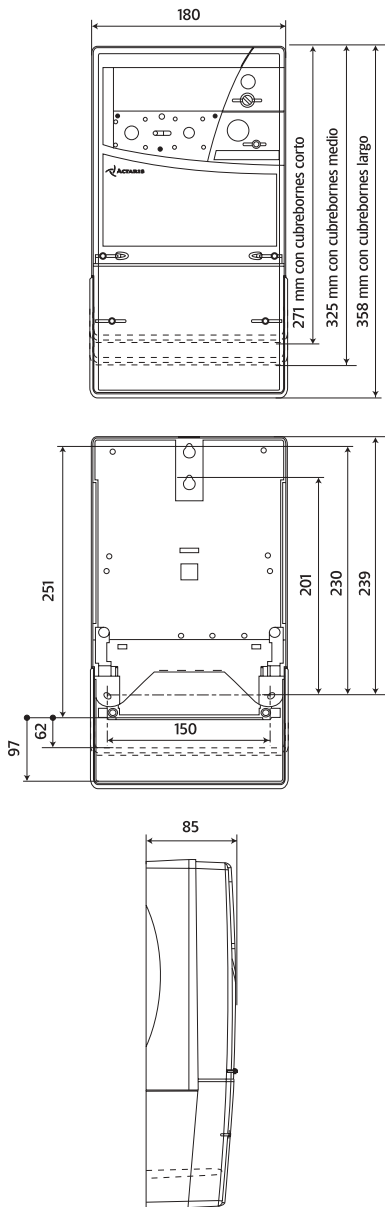
Visualizador LCD.

Reserva de marcha mediante pila de litio y supercondensador.

Alimentación auxiliar opcional (corriente alterna y continua).



## Dimensiones



## Autorización de uso

Autorización de uso e instalación de la Dirección General de Política Energética y Minas según Resolución de 17 de diciembre de 2002, publicada en el BOE de fecha 30 de enero de 2003.

## Datos técnicos

Valores normales	Tensiones:	Autorrango desde 3 x 57,7/100 V hasta 3 x 240/415 V
	Intensidades CD:	Ib/Imax 10(80) A y 5(120) A
	Intensidades CT:	In/Imax 1 (10) A para -/5 A y -/1 A
Tipos de conexión	Conexión directa:	Conexión de 4 hilos
	Conexión a transformadores:	Disponible en 3 y 4 hilos
Precisión	Conexión directa:	Clase 1 (CEI 62053-21)
	Conexión a transformadores:	Clase 0,2S y 0,5S (CEI 62053-22) y clase 1 (CEI 62053-21)
	Energía reactiva:	Clase mejor que 2 (CEI 62053-23)
Frecuencia	50 Hz	
Temperatura	Desde -40°C hasta +70°C	
Normas de referencia	Cumplimiento con las normas CEI 62052-11, CEI 62053-21, CEI 62053-22, CEI 62053-23 y marcado CE (metrológicas, eléctricas, electromagnéticas, mecánicas, climáticas)	
Comunicaciones	Puerto óptico (CEI 61107). Puerto serie RS232C y/o RS485	

## Accesorios

Comunicación	Módem telefónico
	Cables de conexión a equipos de comunicación
	Puerto óptico de comunicaciones para conexión a PC
	Software usuario para supervisión de los consumos
Configuración	Software de configuración para empresas eléctricas
Documentación	Certificado de ensayos
	Guía técnica
	Manual de instalación

### Actaris Contadores, S.A.

Vial Norte, 5 - 08170 Montornès del Vallès  
Barcelona - España  
tel. 93 565 36 00

### Actaris SAS

ZI de Chasseneuil - Avenue des Temps Modernes  
86361 Chasseneuil du Poitou cedex - France  
Para más información: [www.actaris.com](http://www.actaris.com)

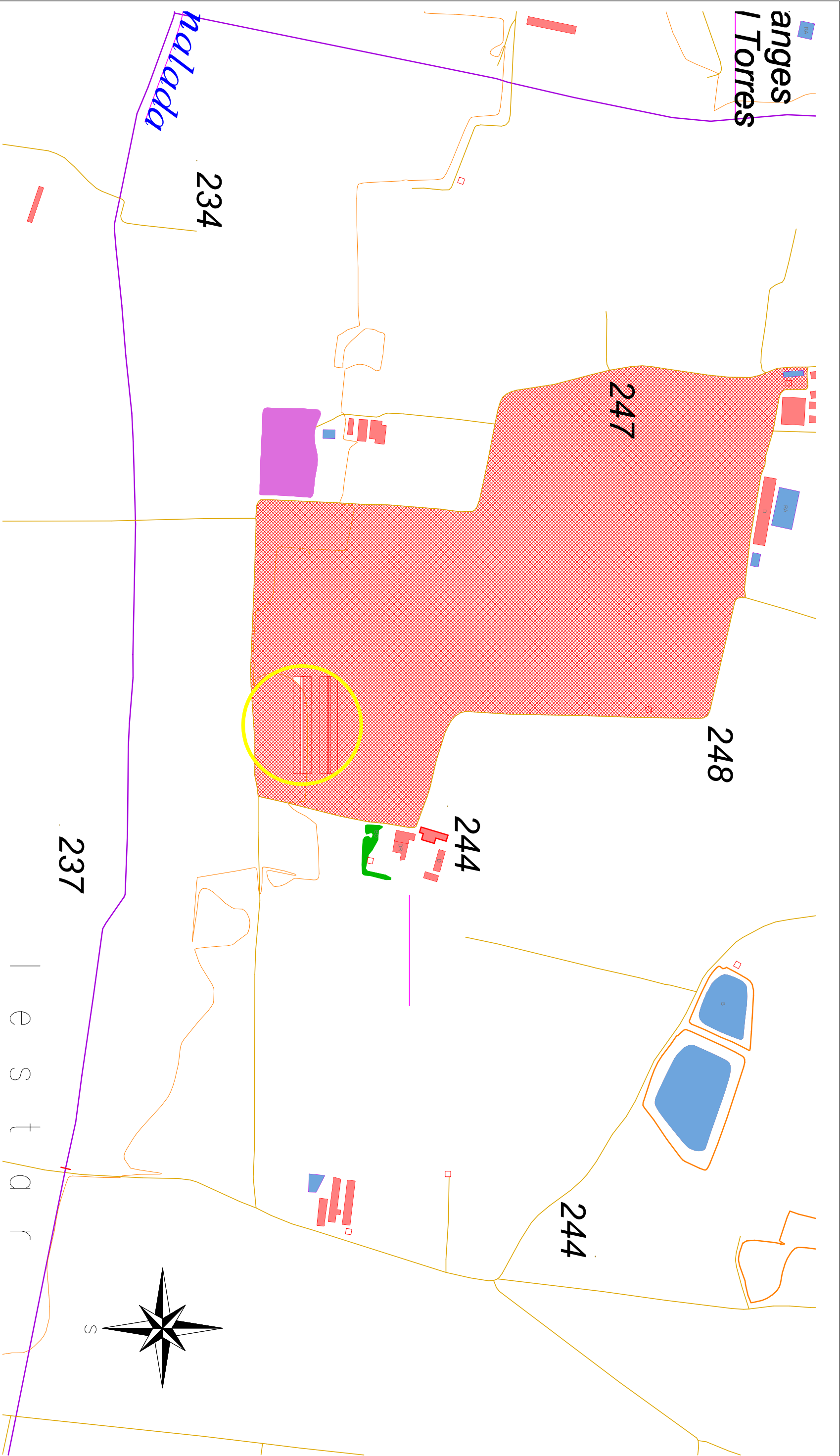
tel +33 5 49 62 70 00  
fax +33 5 49 62 70 89

# 3. PLÀNOLS

**PLÀNOLS:**

- P1.- EMPLAÇAMETN ICC** (Escala: 1:5000)
- P2.- EMPLAÇAMETN SIGPAC** (Escala: 1:1000)
- P3.- DISTRIBUCIÓ DE LA NAU I DISTRIBUCIÓ DELS PANEELS** (Escala: 1:400)
- P4.- CABLEJAT ENTRE PANELLS** (Escala: 1:400)
- P5.- CABLEJAT FINALS DE SÈRIE** (Escala: 1:400)
- P6.- ESTRUCTURA DE SUPORT I SECCIÓ TRANSVERSAL** (Escala: 1:400)
- P7.- QUADRE DE PROTECCIONS DE CC I DE CA** (Sense Escala)
- P8.- ESQUEMA UNIFILAR** (Sense Escala)
- P9.- PLANÒL DE TERRES** (Sense Escala)





Instal·lació Fotovoltàica per Autoconsum  
En una Granja a Castellldans

Prom : 80,00 kWp

Ppic : 96,96 kWh

Model panell : IBC 240

Nº panells : 404

Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT

Nº d'inversors: 2 / 4

Instal·lació Fotovoltàica per Autoconsum  
En una Granja a Castellldans

Polígon : 8

Parcel·la : 27

Municipi : Castellldans

Comarca : Garrigues

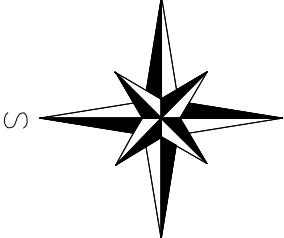
Provincia : Lleida

Coordenades UTM :

Coordenades UTM :

<div><div><div><div></div><div>Universitat de Lleida</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: situació icc	AUTOR DEL PROJECTE
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 1/9 ESCALA: 1:5000	MIQUEL JARQUE LUNA





INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM  
EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

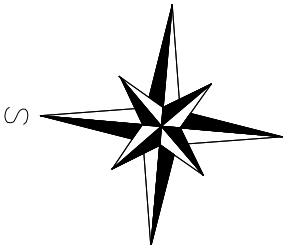
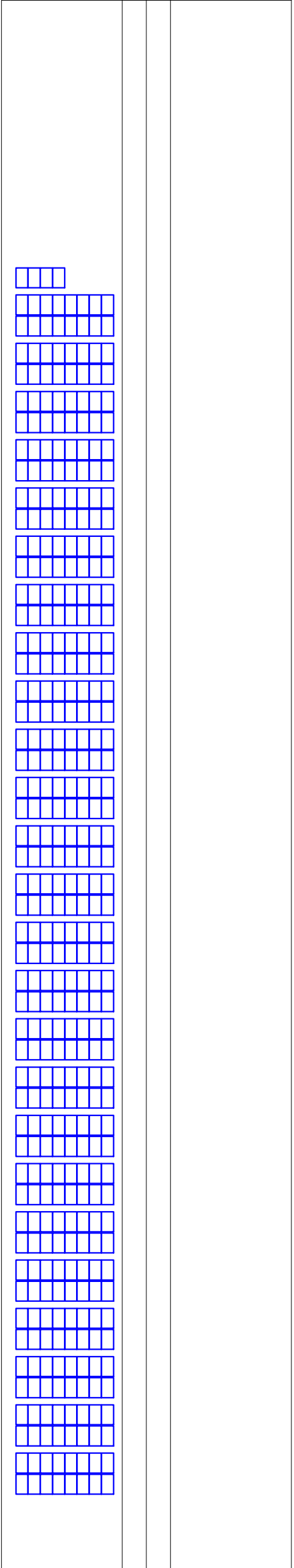
Pnom : 80,00 kWp  
Ppic : 96,96 kWn  
Model panell : IBC 240  
No panells : 404  
Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT  
No d'inversors: 2 / 4

INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM  
EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

Polígon : 8  
Parcel·la : 27  
Municipi : Castellsans  
Comarca : Garrigues  
Província : Lleida  
Coordenades UTM :

Coordenades UTM :  
X : 313.863,00  
Y : 4.595.234,00  
HUSO : 31

<div><div><div></div><div>Universitat de Lleida</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: EMPLAÇAMENT SIGPAC	AUTOR DEL PROJECTE  MIQUEL JARQUE LUNA
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 2/9 ESCALA: 1:1.000	




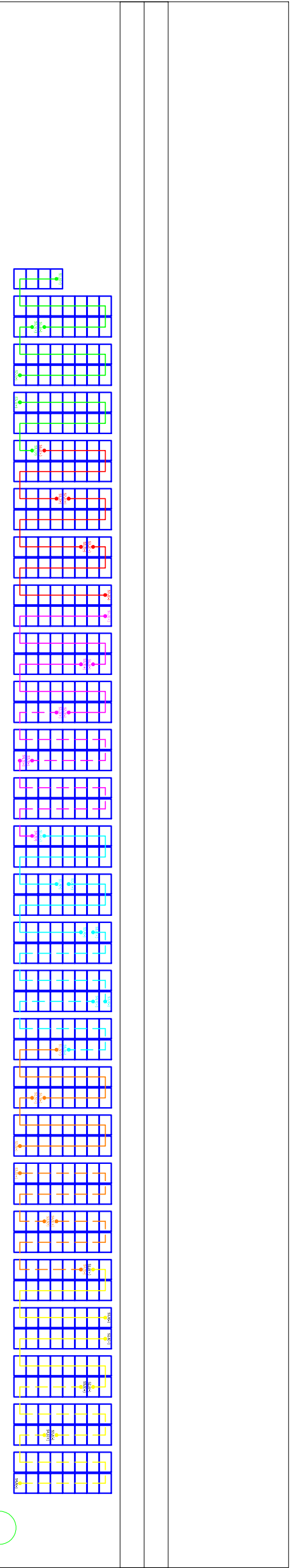
INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM  
EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

Phom : 80,00 kWp  
Ppic : 96,96 kWn

Model panell : IBC 240  
No panells : 404

Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT  
No d'inversors: 2 / 4

<div><div>Universitat de Lleida</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div> <div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: DIMENSIONS DE LA NAU I DISTRIBUCIÓ DE PANELLS	AUTOR DEL PROJECTE  MIQUEL JARQUE LUNA
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 3/9 ESCALA: 1: 400	

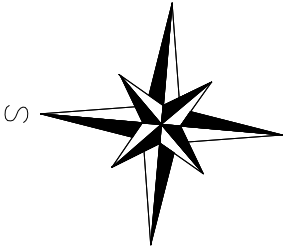



SolarMax 15MT  
18 + 18 / 19 + 19

SolarMax 10MT  
18 + 18 / 18

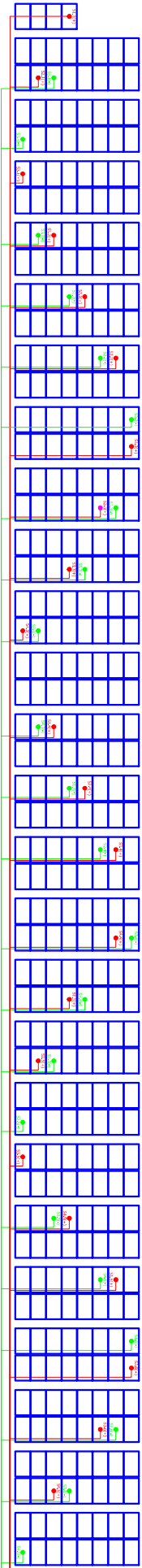


INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM  
EN UNA GRANJA A CASTELLDANS  
Pnom : 80,00 kWp  
Ppic : 96,96 kWn  
Model panell : IBC 240  
No panells : 404  
Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT  
No d'inversors: 2 / 4



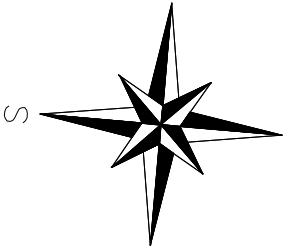
<div><div><div>Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior</div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: CABLEJAT ENTRE PANELLS	AUTOR DEL PROJECTE
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 4/9 ESCALA: 1:400	MIQUEL JARQUE LUNA


Accès

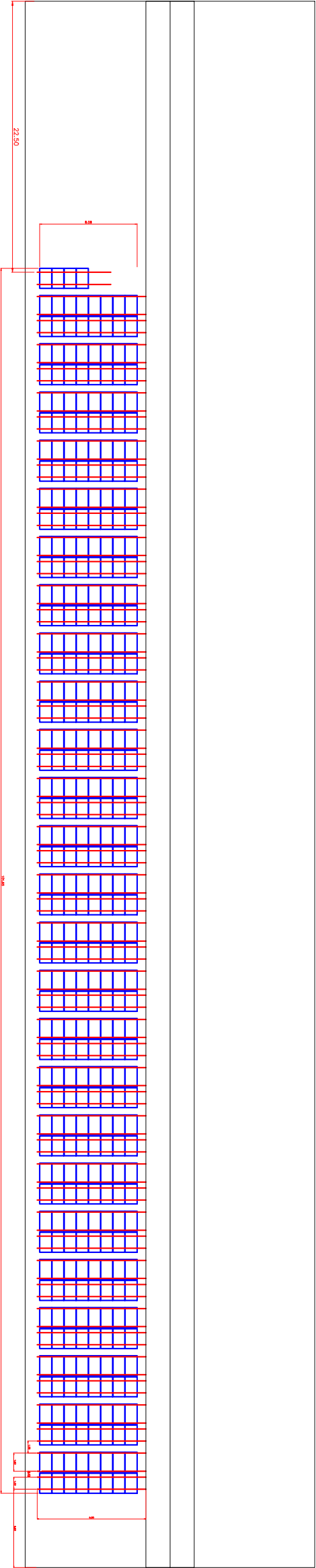


Cablejat +  
Cablejat -

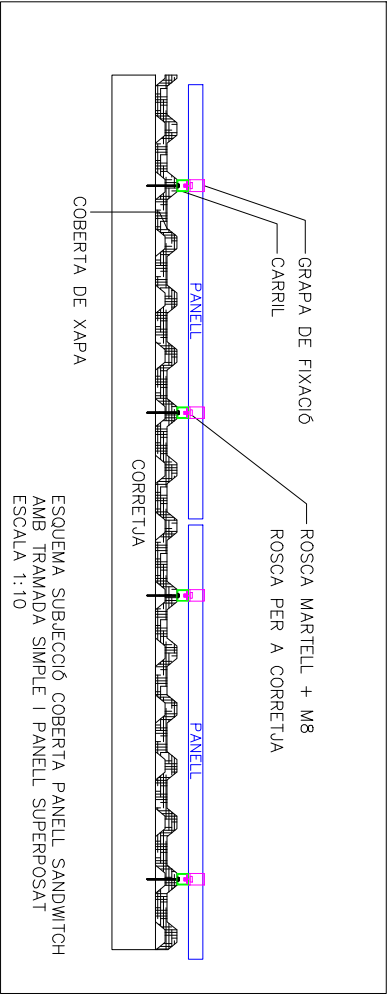
INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM  
EN UNA GRANJA A CASTELLDANS  
Pnom : 80,00 kWp  
Ppic : 96,96 kWh  
Model panell : IBC 240  
Nº panells : 404  
Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT  
Nº d'inversors: 2 / 4



<div><div><div>Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior</div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: CABLEJAT FINAL DE SÈRIE	AUTOR DEL PROJECTE  MIQUEL JARQUE LUNA
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 5/9 ESCALA: 1:400	



GUIA COLLADA SOBRE BIGA



INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM

EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

Pnom : 80,00 kWp

Ppic : 96,96 kWh

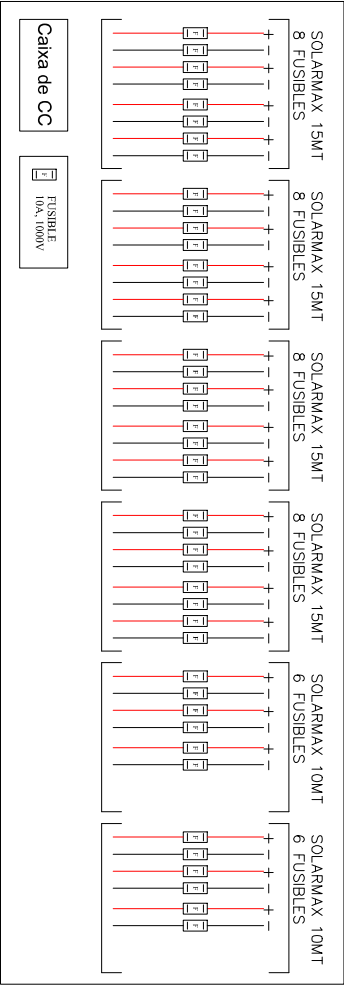
Model panel : IBC 240

Nº panells : 404

Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT

Nº d'inversors: 2 / 4

<div><div><div>Universitat de Lleida</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: ESTRUCTURA DE SUPORT I SECCIÓ TRANSVERSAL	AUTOR DEL PROJECTE
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 6/9 ESCALA: 1:400	MIQUEL JARQUE LUNA



INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM

EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

Pnom : 80,00 kWp

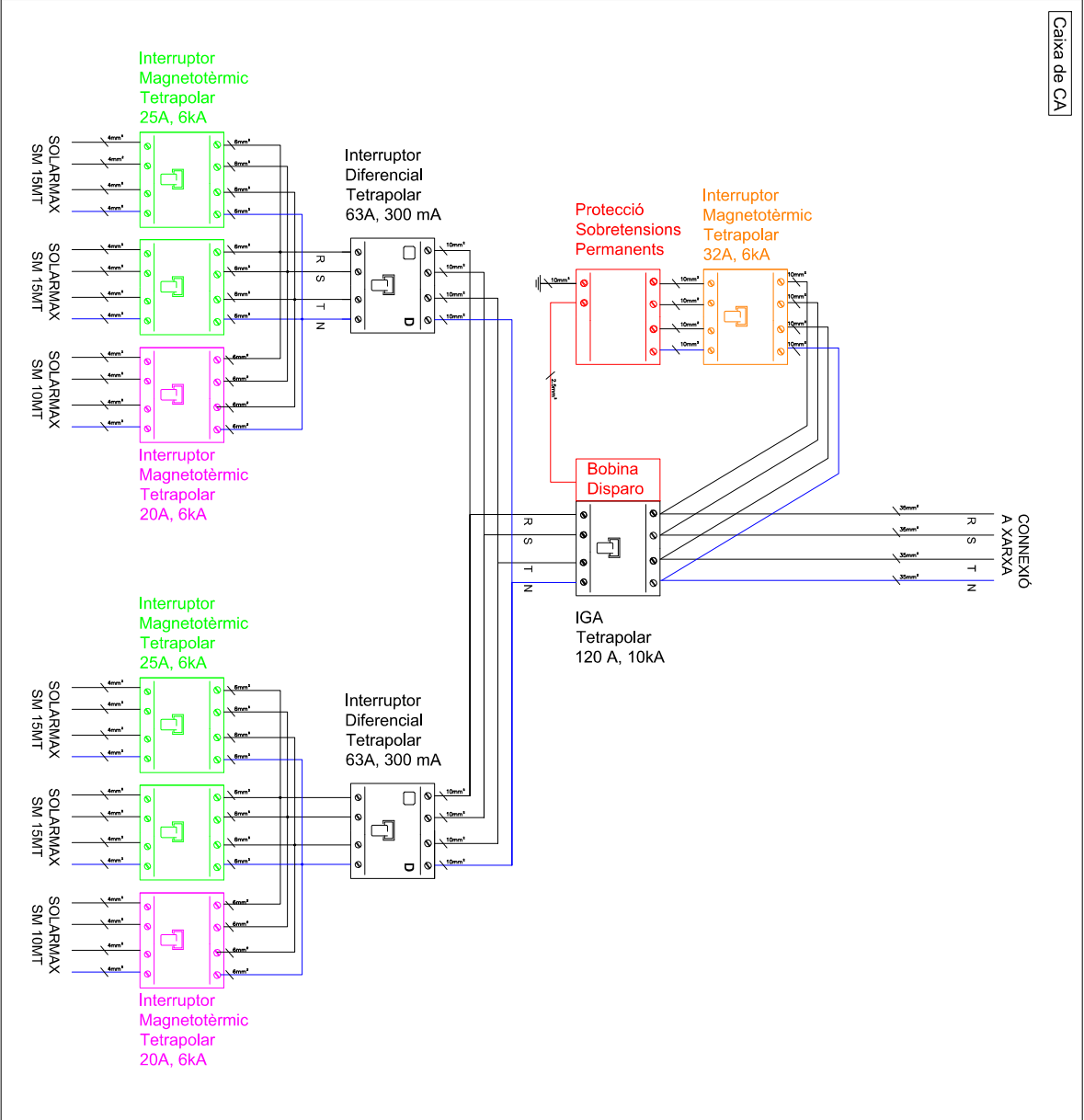
Ppic : 96,96 kWh

Model panell : IBC 240

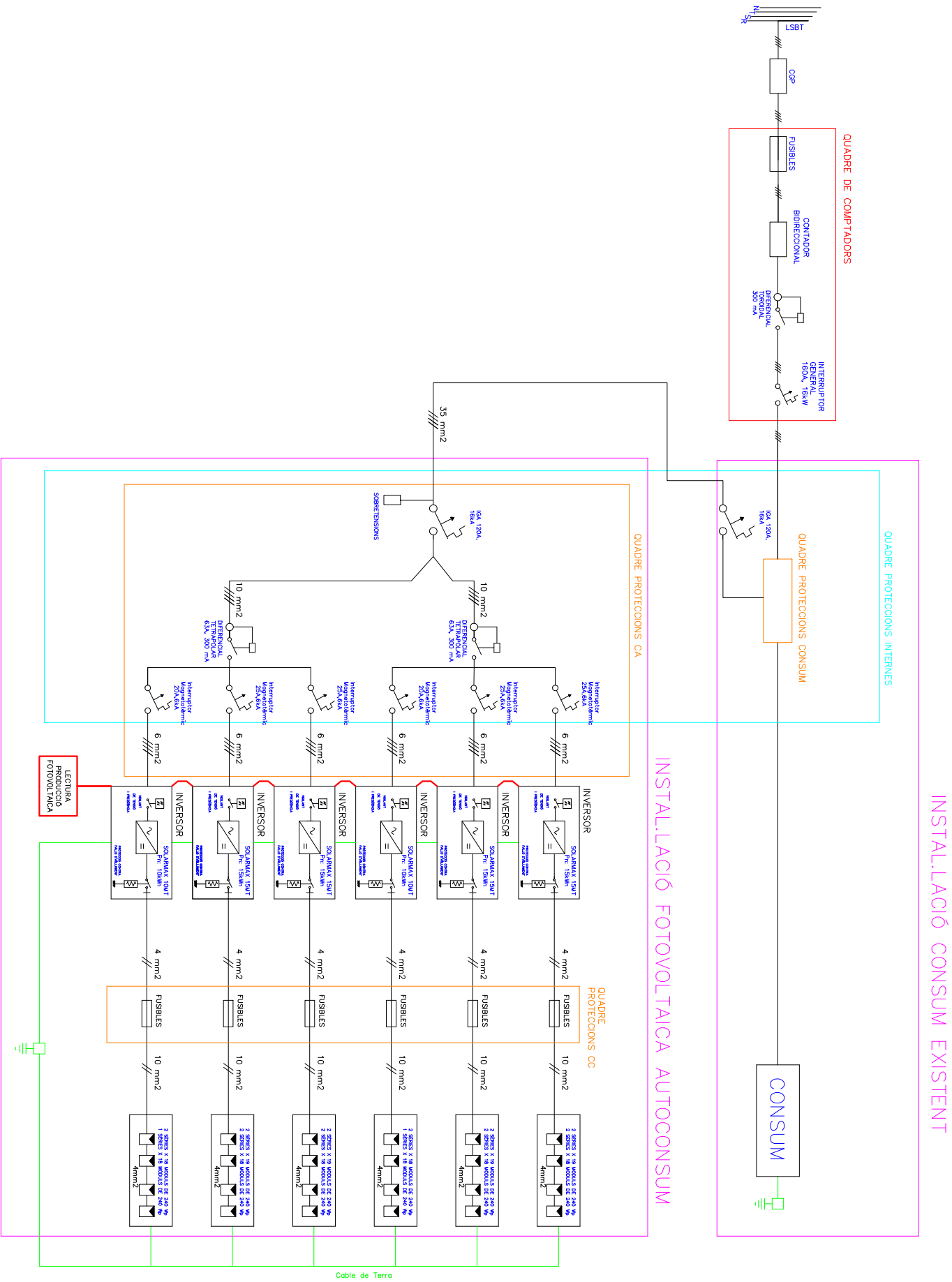
Nº panells : 404

Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT

Nº d'inversors: 2 / 4



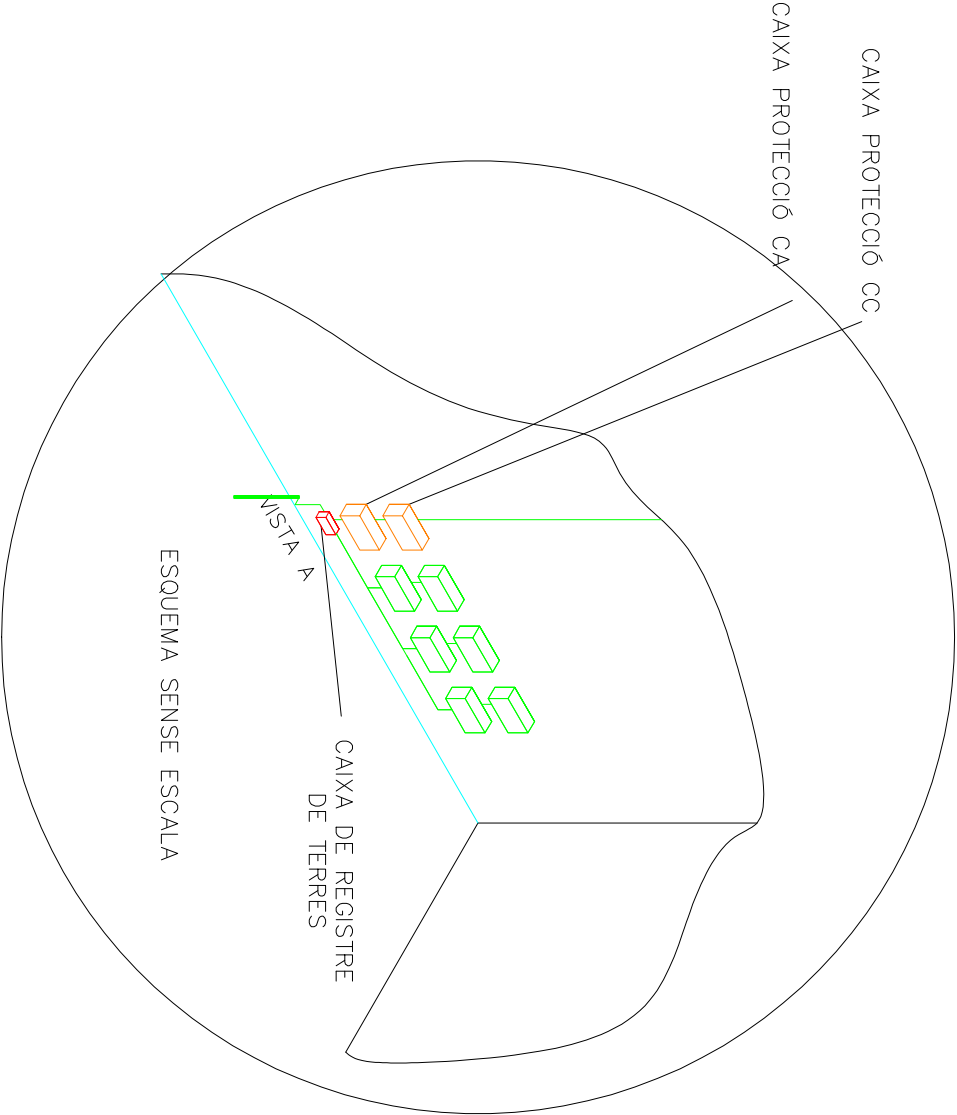
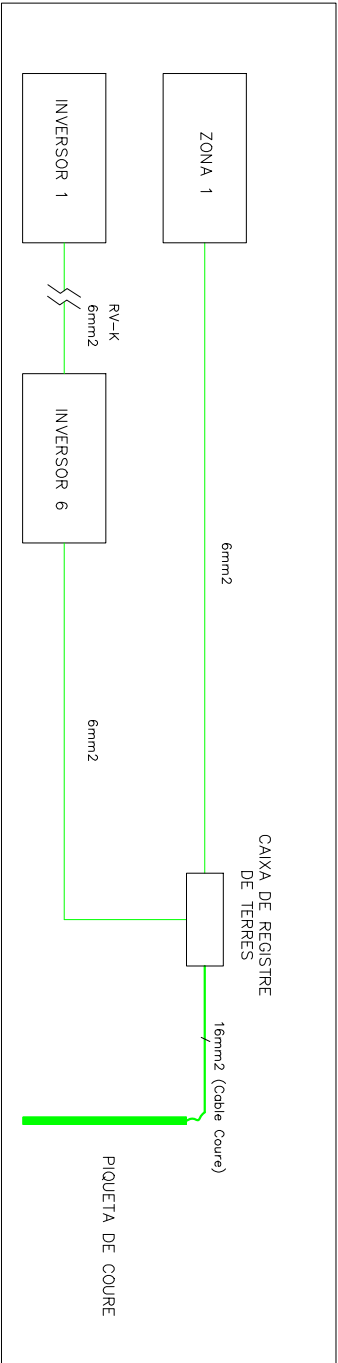
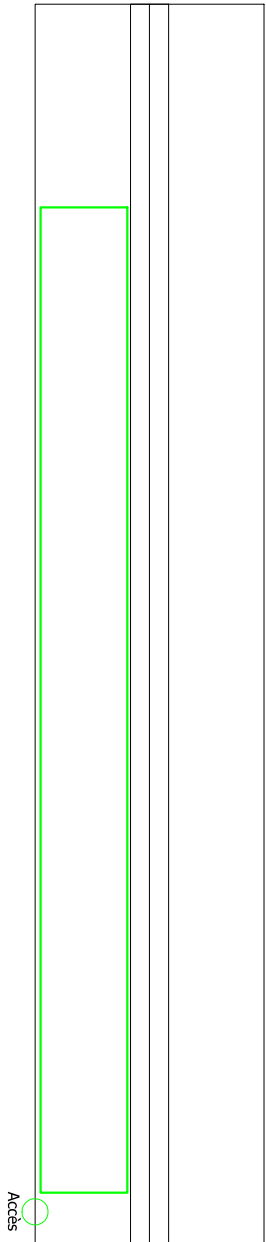
<div><div><div></div><div>Universitat de Lleida</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div></div>		ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR	
PROJECTE FINAL DE CARRERA		DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: QUADRE DE PROTECCIONS CC I DE CA	AUTOR DEL PROJECTE
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 7/9	ESCALA: S/E	MIQUEL JARQUE LUNA



INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM  
EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

Pnom : 80,00 kWp  
Ppic : 96,96 kWn  
Model panell : IBC 240  
No panells : 404  
Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT  
No d'inversors: 2 / 4

<div><div><div></div><div>Universitat de Lleida</div><div>Escola Politècnica Superior</div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>		
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: ESQUEMA UNIFILLAR	AUTOR DEL PROJECTE
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N°: 8/9 ESCALA: SENSE ESCALA	



INSTAL·LACIÓ FOTOVOLTAICA PER AUTOCONSUM

EN UNA GRANJA A CASTELLDANS

Pnom : 80,00 kWp


Ppic : 96,96 kWn

Model panell : IBC 240

Nº panells : 404

Model d'inversor : Solarmax 10MT / Solarmax 15 MT

Nº d'inversors: 2 / 4

<div><div><div>Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior</div></div><div>ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR</div></div>				
PROJECTE FINAL DE CARRERA	DESCRIPCIÓ: PLÀNOL: PLÀNOL DE TERRES	AUTOR DEL PROJECTE		
DATA 2/09/2013	PLÀNOL N.º: 9/9 ESCALA: SENSE ESCALA	MIQUEL JARQUE LUNA		



# 4. PLEC DE CONDICIONS

#### 4.1.- OBJECTE

El present plec de condicions tècniques pretén fixar les condicions tècniques mínimes que han de complir les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a xarxa, que per les seves característiques estiguin compreses en l'apartat segon d'aquest Plec. Pretén servir de guia per a instal·ladors i fabricadors d'equips, definint les especificacions mínimes que ha de complir una instal·lació per a assegurar la seva qualitat, en benefici de l'usuari i del propi desenvolupament d'aquesta tecnologia.

Es valorarà la qualitat final de la instal·lació en quan al seu rendiment, producció i integració.

L'àmbit d'aplicació d'aquest Plec de Condicions Tècniques (en el que segueix, PCT) s'estén a tots els sistemes mecànics, elèctrics i electrònics que formen part de les instal·lacions.

En determinats supòsits, per als projectes es podran adoptar, per la pròpia naturalesa dels mateixos o del desenvolupament tecnològic, solucions diferents a les exigides en aquest PCT, sempre que quedi suficientment justificada la seva necessitat i que no impliquin una disminució de les exigències mínimes de qualitat especificades en el mateix.

*NOTA: Aquest plec de condicions tècniques ha estat extret del plec de condicions tècniques de l'IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) per a instal·lacions fotovoltaïques connectades a xarxa.*

### 3.2.- GENERALITATS

Aquest Plec és d'aplicació en la seva integritat a totes les instal·lacions solars fotovoltaïques destinades a la producció d'electricitat per a ser venuda en la seva totalitat a la xarxa de distribució. Queden excloses expressament les instal·lacions aïllades de la xarxa.

Podran optar a aquesta convocatòria altres aplicacions especials, sempre que s'assegurin uns requisits de qualitat, seguretat i durabilitat equivalents. Tant en la Memòria de Sol·licitud com en la Memòria de Disseny o Projecte s'inclouran les característiques d'aquestes aplicacions.

En tot cas és d'aplicació tota la normativa que afecti a instal·lacions solars fotovoltaïques:

Les diferents disposicions legals, normes d'obligat compliment i normes de no obligat compliment que s'han tingut en compte en la realització d'aquest projecte són, entre d'altres, les esmentades a continuació:

Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió (REBT) segons el D. 842/2002, de 2 d'agost.

Instruccions Tècniques Complementàries ITC BT 02, 03, 04, 05, 08, 10, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30 i 40.

Instrucció 7/2003 de 9 de setembre de la Direcció General i Mines sobre procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a Baixa Tensió mitjançant la intervenció de les Entitats d'Inspecció i Control de la Generalitat de Catalunya.

Reial Decret 2818/1998, de 23 de setembre, sobre producció d'energia elèctrica per instal·lacions alimentades per recursos o fonts d'energia renovables, residus i cogeneració.

Resolució de 31 de maig de 2001, de la Direcció General de Política Energètica i Mines, per la que s'estableixen el model de contracte tipus i el model de factura per a instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió.

Decret 352/2001, de 18 de desembre, sobre el procediment administratiu aplicable a les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a la xarxa elèctrica.

Reial Decret 1663/2000, de 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió.

Llei 54/1997 de 27 de Novembre del Sector Elèctric

RD 436/2004 de 12 de març sobre la metodologia i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial

RD 661/2007 de 25 de Maig sobre la metodologia i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial

RD 6/2009, de 30 de Abril, per el que s'adopten determinades mesures en el sector energètic i s'aprova l'abonament social.

RD 1578/2008 de 26 de Setembre sobre la retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del Reial Decret 661/2007, de 25 de maig, per a l'esmentada tecnologia

RD 1955/2000 d'1 de Desembre, pel que es regulen les activitats de transport, distribució, comercialització, subministrament i procediments d'autorització d'instal·lacions d'energia elèctrica.

RD 3490/2000 de 29 de Desembre pel que s'estableix la tarifa elèctrica per al 2001

RD 1699/2011, de 18 de novembre, per el què es regula la connexió a la xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència.

Norma Bàsica de l'edificació, NBE

Ordenança municipal.

Especificacions tècniques específiques de la companyia elèctrica distribuïdora

Normes UNE d'aplicació. Altres normes i disposicions projectista

### 4.3.- DISSENY

#### 4.3.1.- Disseny del generador fotovoltaic

Tots els mòduls que integrin la instal·lació seran del mateix model, o en el cas de models diferents, el disseny ha de garantir totalment la compatibilitat entre ells i l'absència d'efectes negatius en la instal·lació per aquesta causa.

En aquells casos excepcionals que s'utilitzin mòduls no qualificats, haurà de justificar-se degudament i aportar documentació sobre les proves i assajos als quals han estat sotmesos. En qualsevol cas, tot producte que no compleixi alguna de les especificacions anteriors haurà de contar amb l'aprovació expressa del IDAE. En tots els casos han de complir-se les normes vigents d'obligat compliment.

#### 4.3.2.- Disseny del sistema de monitoratge

El sistema de monitoratge, quan s'instal·li d'acord a la convocatòria, proporcionarà amides, com a mínim, de les següents variables:

- Voltatge i corrent CC a l'entrada de l'inversor.
- Voltatge de fase/s en la xarxa, potència total de sortida de l'inversor.
- Radiació solar en el pla dels mòduls, mesurada amb un mòdul o una cèl·lula de tecnologia equivalent.
- Temperatura ambient en l'ombra.
- Potència reactiva de sortida de l'inversor per a instal·lacions majors de 5 kWp.
- Temperatura dels mòduls en integració.

Les dades es presentaran en forma de mitjanes horàries. El sistema de monitoratge serà fàcilment accessible per a l'usuari.

## 4.4.- COMPONENTS I MATERIALS

### 4.4.1.- Generalitats

Com principi general s'ha d'assegurar, com a mínim, un grau d'aïllament elèctric de tipus bàsic classe I en el que afecta tant a equips (mòduls i inversors), com a materials (conductors, caixes i armaris de connexió), exceptuant el cablejat de contínua, que serà de doble aïllament.

La instal·lació incorporarà tots els elements i característiques necessaris per a garantir en tot moment la qualitat del subministrament elèctric.

El funcionament de les instal·lacions fotovoltaïques no haurà de provocar en la xarxa avaries, disminucions de les condicions de seguretat ni alteracions superiors a les admeses per la normativa que resulti aplicable.

Així mateix, el funcionament d'aquestes instal·lacions no podrà donar origen a condicions perilloses de treball per al personal de manteniment i explotació de la xarxa de distribució.

Els materials situats en intempèrie es protegiran contra els agents ambientals, en particular contra l'efecte de la radiació solar i la humitat.

S'inclouran tots els elements necessaris de seguretat i proteccions pròpies de les persones i de la instal·lació fotovoltaïca, assegurant la protecció enfront de contactes directes i indirectes, curtcircuits, sobrecàrregues, així com altres elements i proteccions que resultin de l'aplicació de la legislació vigent.

Per motius de seguretat i operació dels equips, els indicadors, etiquetes, etc. dels mateixos estaran en alguna de les llengües espanyoles oficials del lloc de la instal·lació.

#### 4.4.2.- Sistemes generadors fotovoltaics

Tots els mòduls haurien de satisfer les especificacions UNE-EN 61215 per a mòduls de silici cristal·lí, o UNE-EN 61646 per a mòduls fotovoltaics capa prima, així com estar qualificats per algun laboratori reconegut (per exemple, Laboratori d'Energia Solar Fotovoltaica del Departament d'Energies Renovables del CIEMAT, Joint Research Centri Ispra, etc.), el que s'acreditarà mitjançant la presentació del certificat oficial corresponent.

El mòdul fotovoltaic durà de forma clarament visible i indeleble el model i nom o logotip del fabricant, així com una identificació individual o nombre de sèrie a la data de fabricació.

S'utilitzaran mòduls que s'ajustin a les característiques tècniques descrites a continuació. En cas de variacions respecte d'aquestes característiques, amb caràcter excepcional, haurà de presentar-se en la Memòria de Sol·licitud justificació de la seva utilització i haurà de ser aprovada pel IDAE.

Els mòduls haurien de dur els díodes de derivació per a evitar les possibles avaries de les cèl·lules i els seus circuits per ombrejos parcials i tindran un grau de protecció IP65.

Els marcs laterals, si existeixen, seran d'alumini o acer inoxidable.

Perquè un mòdul resulti acceptable, la seva potència màxima i corrent de curtcircuit reals referides a condicions estàndard haurien d'estar compreses en el marge del  $\pm 10$  % dels corresponents valors nominals de catàleg.

Serà rebutjat qualsevol mòdul que presenti defectes de fabricació com trencaments o taques en qualsevol dels seus elements així com falta d'alineació en les cèl·lules o bombolles en l'encapsulat.

Es valorarà positivament una alta eficiència de les cèl·lules.

L'estructura del generador es connectarà a terra.

Per motius de seguretat i per a facilitar el manteniment i reparació del generador, s'instal·laran els elements necessaris (fusibles, interruptors, etc.) per a la desconexió, de forma independent i en

ambdós terminals, de cadascuna de les branques de la resta del generador.

#### **4.4.3.- Estructura suport.**

Les estructures suport haurien de complir les especificacions d'aquest apartat. En cas contrari s'haurà d'incloure en la Memòria de Sol·licitud i de Disseny o Projecte un apartat justificatiu dels punts objecte d'incompliment i la seva acceptació haurà de contar amb l'aprovació expressa del IDAE. En tots els casos es donarà compliment a l'obligat per la NBE i altres normes aplicables.

L'estructura suport de mòduls ha de resistir, amb els mòduls instal·lats, les sobrecàrregues del vent i neu, d'acord amb l'indicat en la normativa bàsica de l'edificació NBE-AE-88.

El disseny i la construcció de l'estructura i el sistema de fixació de mòduls, permetrà les necessàries dilatacions tèrmiques, sense transmetre càrregues que puguin afectar a la integritat dels mòduls, seguint les indicacions del fabricant.

Els punts de subjecció per al mòdul fotovoltaic seran suficients en nombre, tenint en compte l'àrea de suport i posició relativa, de manera que no es produeixin flexions en els mòduls superiors a les permeses pel fabricant i els mètodes homologats per al model de mòdul.

El disseny de l'estructura es realitzarà per a l'orientació i l'angle d'inclinació especificat per al generador fotovoltaic, tenint en compte la facilitat de muntatge i desmuntatge, i la possible necessitat de substitucions d'elements.

L'estructura es protegirà superficialment contra l'acció dels agents ambientals. La realització de trepants en l'estructura es portarà a terme abans de conducta, si escau, a la galvanització o protecció de l'estructura.



La tornilleria serà realitzada en acer inoxidable, complint la norma MV-106. En el cas de ser l'estructura galvanitzada s'admetran cargols galvanitzats, exceptuant la subjecció dels mòduls a la mateixa, que seran d'acer inoxidable.

Els topalls de subjecció de mòduls i la pròpia estructura no llançaran ombra sobre els mòduls.

En el cas d'instal·lacions integrades en coberta que facin les vegades de la coberta de l'edifici, el disseny de l'estructura i l'estanquitat entre mòduls s'ajustarà a les exigències de les Normes Bàsiques de l'Edificació i a les tècniques usuals en la construcció de cobertes.

L'estructura suport serà calculada segons la norma MV-103 per a suportar càrregues extremes degudes a factors climatològics adversos, tals com vent, neu, etc.

Si està construïda amb perfils d'acer laminat conformat en fred, complirà la norma MV-102 per a garantir totes les seves característiques mecàniques i de composició química.

Si és del tipus galvanitzada en calent, complirà les normes UNE 37-501 i UNE 37-508, amb un espessor mínim de 80 micres per a eliminar les necessitats de manteniment i perllongar la seva vida útil.

#### **4.4.4.- Inversors**

Seràn del tipus adequat per a la connexió a la xarxa elèctrica, amb una potència d'entrada variable perquè siguin capaces d'extreure en tot moment la màxima potència que el generador fotovoltaic pot proporcionar al llarg de cada dia.

Les característiques bàsiques dels inversors seràn les següents:

- Principi de funcionament: font de corrent.
- Autocommutadors.
- Seguiment automàtic del punt de màxima potència del generador.
- No funcionaran en illa o manera aïllada.

Els inversors compliran amb les directives comunitàries de Seguretat Elèctrica i Compatibilitat Electromagnètica (ambdues seran certificades pel fabricant), incorporant proteccions enfront de:

- Curtcircuits en alterna.
- Tensió de xarxa fora de rang.
- Freqüència de xarxa fora de rang.
- Sobretensions, mitjançant varistors o similars.
- Pertorbacions presents en la xarxa com microtalls, polsos, defectes de cicles, absència i tornada de la xarxa, etc.

Cada inversor disposarà de les senyalitzacions necessàries per a la seva correcta operació, i incorporarà els controls automàtics imprescindibles que assegurin la seva adequada supervisió i maneig.

Cada inversor incorporarà, almenys, els controls manuals següents:

- Encès i apagat general de l'inversor.
- Connexió i desconexió de l'inversor a la interfície CA. Podrà ser extern a l'inversor.

Les característiques elèctriques dels inversors seran les següents:

L'inversor seguirà lliurant potència a la xarxa de forma continuada en condicions de irradiància solar un 10% superiors a les CEM. A més suportarà becs de magnitud un 30% superior a les CEM durant períodes de fins a 10 segons.

Els valors d'eficiència al 25 % i 100 % de la potència de sortida nominal haurien de ser superiors al 85% i 88% respectivament (valors amidats incloent el transformador de sortida, si ho hagués) per a inversors de potència inferior a 5 KW, i del 90 % al 92 % per a inversors majors de 5 KW.

El autoconsum de l'inversor de forma nocturna ha de ser inferior al 0,5 % de la seva potència nominal.

El factor de potència de la potència generada haurà de ser superior a 0,95, entre el 25 % i el 100 % de la potència nominal.

A partir de potències majors del 10 % de la seva potència nominal, l'inversor haurà d'injectar en xarxa.

Els inversors tindran un grau de protecció mínima IP 20 per a inversors en l'interior d'edificis i llocs inaccessibles, IP 30 per a inversors en l'interior d'edificis i llocs accessibles, i de IP 65 per a inversors instal·lats a la intempèrie. En qualsevol cas, es complirà la legislació vigent.

Els inversors estaran garantits per a operació en les següents condicions ambientals: entre 0 °C i 40 °C de temperatura i entre 0 % i 85 % d'humitat relativa.

#### **4.4.5.- Cablejat**

Els positius i negatius de cada grup de mòduls es conduiran separats i protegits d'acord a la normativa vigent.

Els conductors seran de coure i tindran la secció adequada per a evitar caigudes de tensió i escalfaments. Concretament, per a qualsevol condició de treball, els conductors de la part CC haurien de tenir la secció suficient perquè la caiguda de tensió sigui inferior del 1,5% i els de la part CA perquè la caiguda de tensió sigui inferior del 2%, tenint en ambdós casos com referència les tensions corresponents a caixes de connexions.

S'inclourà tota la longitud de cable CC i CA. Haurà de tenir la longitud necessària per a no generar esforços en els diversos elements ni possibilitat d'enganxada pel trànsit normal de persones.

Tot el cablejat de contínua serà de doble aïllament i adequat per al seu ús en intempèrie, a l'aire o enterrat, d'acord amb la norma UNE 21123 .

#### **4.4.6.- Connexió a la xarxa**

Totes les instal·lacions compliran amb el disposat en el Reial Decret 1663/2000 (articles 8 i 9) sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió, i amb l'esquema unifilar que apareix en la Resolució de 31 de maig de 2001.

#### **4.4.7.- Mesures**

Totes les instal·lacions compliran amb el disposat en el Reial Decret 1663/2000 (article 10) sobre mesures i facturació d'instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.

#### **4.4.8.- Proteccions**

Totes les instal·lacions compliran amb el disposat en el Reial Decret 1663/2000 (article 11) sobre proteccions en instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió i amb l'esquema unifilar que apareix en la Resolució de 31 de maig de 2001.

En connexions a la xarxa trifàsiques les proteccions per a la interconnexió de màxima i mínima freqüència (51 i 49 Hz respectivament) i de màxima i mínima tensió (1,1 Um i 0,85 Um respectivament) seran per a cada fase.

#### **4.4.9.- Posada a terra de les instal·lacions fotovoltaiques**

Totes les instal·lacions compliran amb el disposat en el Reial Decret 1663/2000 (article 12) sobre les condicions de posada a terra en instal·lacions fotovoltaiques connectades a la xarxa de baixa tensió.

Quan l'aïllament galvànic entre la xarxa de distribució de baixa tensió i el generador fotovoltaic no es realitzi mitjançant un transformador d'aïllament, s'explicaran en la Memòria de Sol·licitud i de Disseny o Projecte els elements utilitzats per a garantir aquesta condició.

Totes les masses de la instal·lació fotovoltaica, tant de la secció contínua com de l'alterna, estaran connectats a una única terra. Aquesta terra serà independent de la del neutre de l'empresa distribuïdora, d'acord amb el Reglament de Baixa Tensió.

#### **4.4.10.- Harmònics i compatibilitat electromagnètica**

Totes les instal·lacions compliran amb el disposat en el Reial Decret 1663/2000 (article 13) sobre harmònics i compatibilitat

electromagnètica en instal·lacions fotovoltaïques connectades a la xarxa de baixa tensió

#### 4.5.- RECEPCIÓ I PROVES

L'instal·lador lliurarà a l'usuari un document/albarà en el qual consti el subministrament de components, materials i manuals d'ús i manteniment de la instal·lació. Aquest document serà signat per duplicat per ambdues parts, conservant cadascuna un exemplar. Els manuals lliurats a l'usuari estaran en alguna de les llengües oficials espanyoles per a facilitar la seva correcta interpretació.

Abans de la posada en servei de tots els elements principals (mòduls, inversors, comptadors) aquests haurien d'haver superat les proves de funcionament en fàbrica, de les quals s'aixecarà oportuna acta que s'adjuntarà amb els certificats de qualitat.

Les proves a realitzar per l'instal·lador, amb independència de l'indicat amb anterioritat en aquest PCT, seran com a mínim les següents:

- Funcionament i engegada de tots els sistemes.
- Proves d'arrencada i desocupada en diferents instants de funcionament.
- Proves dels elements i mesures de protecció, seguretat i alarma, així com la seva actuació, amb excepció de les proves referides a l'interruptor automàtic de la desconexió.

Concloues les proves i l'engegada es passarà a la fase de la Recepció Provisional de la Instal·lació. No obstant això, l'Acta de Recepció Provisional no se signarà fins a haver comprovat que tots els sistemes i elements que formen part del subministrament han funcionat correctament durant un mínim de 240 hores seguides, sense interrupcions o desocupades causades per fallades o errors del sistema subministrat, i a més s'hagin complert els següents requisits:

- Lliurament de tota la documentació requerida en aquest PCT.
- Retirada d'obra de tot el material sobrant.
- Neteja de les zones ocupades, amb transport de tots les deixalles a abocador.

Durant aquest període el subministrador serà l'únic responsable de l'operació dels sistemes subministrats, si bé haurà d'ensinistrar al personal d'operació.

Tots els elements subministrats, així com la instal·lació en el seu conjunt, estaran protegits enfront de defectes de fabricació, instal·lació o disseny per una garantia de tres anys, salvo per als mòduls fotovoltaics, per als quals la garantia serà de 8 anys comptats a partir de la data de la signatura de l'acta de recepció provisional.

No obstant això, l'instal·lador quedarà obligat a la reparació de les fallades de funcionament que es puguin produir si s'apreciés que el seu origen procedeix de defectes ocults de disseny, construcció, materials o muntatge, comprometent-se a resoldre'ls sense càrrec algun. En qualsevol cas, haurà d'atenir-se a l'establert en la legislació vigent quant a vicis ocults.

## 4.6.- REQUERIMENTS TÈCNICS DEL CONTRACTE DE MANTENIMENT

### 4.6.1.- Generalitats

Es realitzarà un contracte de manteniment preventiu i correctiu d'almenys tres anys.

El contracte de manteniment de la instal·lació inclourà tots els elements de la instal·lació amb les labors de manteniment preventiu aconsellats pels diferents fabricadors.

### 4.6.2.- Programa de manteniment

L'objecte d'aquest apartat és definir les condicions generals mínimes que han de seguir-se per a l'adequat manteniment de les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica connectades a xarxa.

Es defineixen dos graus d'actuació per a englobar totes les operacions necessàries durant la vida útil de la instal·lació per a assegurar el funcionament, augmentar la producció i perllongar la durada de la mateixa:

- Manteniment preventiu
- Manteniment correctiu

Pla de manteniment preventiu: operacions d'inspecció visual, verificació d'actuacions i altres, que aplicades a la instal·lació han de permetre mantenir dintre de límits acceptables les condicions de funcionament, prestacions, protecció i durabilitat de la mateixa.

Pla de manteniment correctiu: totes les operacions de substitució necessàries per a assegurar que el sistema funciona correctament durant la seva vida útil. Inclou:

L'anàlisi i elaboració del pressupost dels treballs i reposicions necessàries per al correcte funcionament de la instal·lació.

Els costos econòmics del manteniment correctiu, amb l'abast indicat, formen part del preu anual del contracte de manteniment. Podran no estar incloses ni la mà d'obra ni les reposicions d'equips necessàries més enllà del període de garantia.



El manteniment ha de realitzar-se per personal tècnic qualificat sota la responsabilitat de l'empresa instal·ladora.

Realització d'un informe tècnic de cada una de les visites en les que es reflèxi l'estat de les instal·lacions i les incidències succeïdes.

Registre de les operacions de manteniment realitzades en un llibre de manteniment, en el que constarà la identificació del personal de manteniment (nom, titulació i autorització de l'empresa).

## 4.7.- GARANTIES

### 4.7.1.- Àmbit general de la garantia

Sense cap tipus de possible reclamació a tercers, la instal·lació serà reparada d'acord amb aquestes condicions generals si ha sofert una averia a causa d'un defecte de muntatge o qualsevol dels components, sempre que hagi set manipulada correctament d'acord amb l'establert en el manual d'instruccions.

La garantia es concedeix a favor del comprador de la instal·lació, lo qual s'haurà de justificar degudament mitjançant el corresponent certificat de garantia, amb la data que s'acrediti a la certificació de la instal·lació.

### 4.7.2.- Terminis

El subministrador germanitzarà la instal·lació durant un període mínim de 3 anys, per a tots els materials utilitzats i el procediment utilitzat en el seu muntatge. Per las mòduls fotovoltaics, la garantia mínima serà de 8 anys.

Si s'hagués d'interrompre l'explotació del subministrament degut a raons de les que és responsable el subministrador, o a reparacions que el subministrador hagi de realitzar per complir les estipulacions de garantia, el termini es prolongarà per la duració total de les interrupcions.

### 4.7.3.- Condiciones econòmiques

La garantia compren la reparació o reposició en el seu cas, dels components i les peces que poguessin resultar defectuoses, així com la ma d'obra utilitzada en la reparació o reposició durant el termini de vigència de la garantia.

Queden expressament inclosos les demás despeses, tals com els temps de desplaçaments, mitjans de transport, amortització de vehicles i eines, disponibilitat d'altres mitjans eventuais, transports, recollides i devolucions d'equips per a la seva reparació en tallers de fabricants.

Així mateix, es deuen incloure la ma d'obra i materials necessaris per efectuar ajustos i eventuais calibratges del funcionaments de la instal·lació.

Si en un període raonable, el subministrador incompleix les obligacions derivades de la garantia, el comprador de la instal·lació podrà, prèvia notificació escrita, una data final en la qual el subministrador ha de complir amb les seves obligacions. Si el subministrador no compleix amb les obligacions en aquest últim termini, el comprador de la instal·lació podrà per compte i risc del subministrador, realitzar per si mateix les oportunes reparacions o contractar un tercer perquè ho faci.

#### **4.7.4.- Anulació de la garantia**

La garantia podrà ser cancel·lada quan la instal·lació hagi set reparada, modificada o desmuntada, tot i que sol sigui en part, per persones alienes al subministrador a als serveis d'assistència tècnica dels fabricants no autoritzats expressament pel subministrador excepte l'indicat en el punt 7.3.4.

#### **4.7.5.- Lloc i temps de la prestació**

Quan l'usuari detecti un defecte de funcionament en la instal·lació ho comunicarà al subministrador. Quan el subministrador consideri que és un defecte de fabricació d'algun tipus ho comunicarà al fabricant.

El subministrador atendrà qualsevol incidència en el termini màxim d'una setmana i la resolució de l'averia es realitzarà en un temps màxim de 15 dies, excepte causes de força major degudament justificades.

Les averies de les instal·lacions es repararan el lloc d'ubicació pel subministrador. Si l'averia d'algun component no pogués ser reparada en el domicili de l'usuari, el component haurà de ser enviat al taller oficial designat pel fabricant per compte i càrrec del subministrador.

El subministrador realitzarà les reparacions o reposicions de peces en la major rapidesa possible un cop hagi rebut l'avís d'averia, però no es responsabilitzarà dels perjudicis causat per la demora de dites reparacions sempre que sigui inferior a 15 dies naturals.

# **5. ESTAT D'AMIDAMENTS**

## ESTAT D'AMIDAMENTS

Tot seguit es mostra l'estat d'amidaments de l'obra. Aquest s'ha separat en les següents partides per resultar més clar i entenedor.

- ESTRUCTURA
- MATERIAL FOTOVOLTAIC
- INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA
- TRAMITACIONS I ALTRES
- BENEFICI INDUSTRIAL

Descripció			Quantitat	Unitats
<b>ESTRUCTURA</b>				
	<b>Material</b>			
		Carril d'alumini 38x40mm de 6m de longitud	160	ut
		Unió per a carril d'alumini 38x40	105	ut
		Tornilleria autoroscant M8x16mm amb volandera	940	ut
		Grapa de subjecció lateral d'alumini	220	ut
		Grapa de subjecció intermitja d'alumini	720	ut
		Rosca guia per a rosques de M8	940	ut
		Rosca Allen M8x20	940	ut
	<b>Ma d'obra</b>			
		Ma obra oficial estructurista	90	h
		Ma obra peó estructurista	90	h
	<b>Altres</b>			
		Gestió de residus	1	u
		Plataforma elevadora	20	dies
		Petit Material	1	ut

Descripció			Quantitat	Unitats
<b>MATERIAL FOTOVOLTAIC</b>				
		Panell fotovoltaic IBC de 240Wp	404	ut
		Inversor Trifàsic Solarmax 10 MT	2	ut
		Inversor Trifàsic Solarmax 115 MT	4	ut
<b>INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA</b>				
	<b>Cable</b>			
		Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 4mm <sup>2</sup> de secció	30	ml
		Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 6mm <sup>2</sup> de secció	140	ml
		Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 10mm <sup>2</sup> de secció	900	ml
		Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 35mm <sup>2</sup> de secció	50	ml
		Cable de terra unipolar groc/verd de 4mm <sup>2</sup>	10	ml
		Cable de terra unipolar groc/verd de 6mm <sup>2</sup>	40	ml
		Cable de terra unipolar groc/verd de 10mm <sup>2</sup>	250	ml
		Cable de terra unipolar groc/verd de 16mm <sup>2</sup>	15	ml
	<b>Proteccions i mesura</b>			
		Interruptor magnetotermic 3P+N de 20A, 6kA	2	ut
		Interruptor magnetotermic 3P+N de 25A, 6kA	4	ut
		Interruptor diferencial 3P+N de 63A, 300mA	2	ut
		Fusible de CC de 10A, 1000V	50	ut
		Portafusible per a fusible de 10A, 1000V	50	ut
		Interruptor magnetotermic 3P+N de 120A, 16kA	2	ut
		Interruptor magnetotèrmic tetrapolar 32A, 6kA	1	ut
		Comptador Bidireccional amb trafos d'intensitat	1	ut
		Modem del comptador GSM	1	ut
	<b>Caixes i Canals</b>			
		Caixa estanca 200x200x100	2	ut
		Canal unex perforada amb tapa 200x100	120	m
	<b>Ma d'obra</b>			
		Oficial electricista	280	h
		Ajudant Electricista	280	h
	<b>Altres</b>			
		Connectors Multicontact Tipus IV + i -	30	ut
		Gestió de residus	1	ut
		Petit material	1	h

Descripció			Quantitat	Unitats
<b>TRAMITACIONS I ALTRES</b>				
	Tramitacions (Butlletí d'instal·lació i inclusió en Règim Especial,		1	ut
	Enginyeria		1	ut
	Coordinació de seguretat i salut		1	ut
<b>BENEFICI INDUSTRIAL</b>				
	Benefici Industrial (20%)		1	ut

# 5.PRESSUPOST



## PRESSUPOST

Tot seguit es mostra el pressupost de l'obra. Aquest s'ha separat en les següents partides per resultar més clar i entenedor.

- ESTRUCTURA
- MATERIAL FOTOVOLTAIC
- INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA
- TRAMITACIONS I ALTRES
- BENEFICI INDUSTRIAL

Descripció	Quantitat	Unitats	Cost unitari (€/ut)	Cost Total (€)
<b>ESTRUCTURA</b>				
<b>Material</b>				
Carril d'alumini 38x40mm de 6m de longitud	160	ut	15,00	2.400,00 €
Unió per a carril d'alumini 38x40	105	ut	3,00	315,00 €
Tornilleria autoroscant M8x16mm amb volandera	940	ut	0,15	141,00 €
Grapa de subjecció lateral d'alumini	220	ut	1,00	220,00 €
Grapa de subjecció intermitja d'alumini	720	ut	0,80	576,00 €
Rosca guia per a rosques de M8	940	ut	0,15	141,00 €
Rosca Allen M8x20	940	ut	0,10	94,00 €
<b>Ma d'obra</b>				
Ma obra oficial estructurista	90	h	19,00	1.710,00 €
Ma obra peó estructurista	90	h	17,00	1.530,00 €
<b>Altres</b>				
Gestió de residus	1	u	200,00	200,00 €
Plataforma elevadora	20	dies	80,00	1.600,00 €
Petit Material	1	ut	50,00	50,00 €
<b>COST TOTAL ESTRUCTURA SEGUIDORS</b>				<b>8.977,00 €</b>

Descripció	Quantitat	Unitats	Cost unitari (€/ut)	Cost Total (€)
------------	-----------	---------	---------------------	----------------

MATERIAL FOTOVOLTAIC				
Panell fotovoltaic IBC de 240Wp	404	ut	163,29	65.967,74 €
Inversor Trifàsic Solarmax 10 MT	2	ut	2.200,00	4.400,00 €
Inversor Trifàsic Solarmax 115 MT	4	ut	2.600,00	10.400,00 €
COST TOTAL MATERIAL FOTOVOLTAIC				80.767,74 €

INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA				
<b>Cable</b>				
Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 4mm <sup>2</sup> de secció	30	ml	0,48	14,40 €
Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 6mm <sup>2</sup> de secció	140	ml	0,62	86,80 €
Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 10mm <sup>2</sup> de secció	900	ml	0,95	855,00 €
Cable unipolar RV-k 0,6/1kV de 35mm <sup>2</sup> de secció	50	ml	3,45	172,50 €
Cable de terra unipolar groc/verd de 4mm <sup>2</sup>	10	ml	0,45	4,50 €
Cable de terra unipolar groc/verd de 6mm <sup>2</sup>	40	ml	0,58	23,20 €
Cable de terra unipolar groc/verd de 10mm <sup>2</sup>	250	ml	0,94	235,00 €
Cable de terra unipolar groc/verd de 16mm <sup>2</sup>	15	ml	1,52	22,80 €
<b>Proteccions i mesura</b>				
Interrupitor magnetotèrmic 3P+N de 20A, 6kA	2	ut	14,00	28,00 €
Interrupitor magnetotèrmic 3P+N de 25A, 6kA	4	ut	18,00	72,00 €
Interrupitor diferencial 3P+N de 63A, 300mA	2	ut	70,00	140,00 €
Fusible de CC de 10A, 1000V	50	ut	2,00	100,00 €
Portafusible per a fusible de 10A, 1000V	50	ut	2,20	110,00 €
Interrupitor magnetotèrmic 3P+N de 120A, 16kA	2	ut	150,00	300,00 €
Interrupitor magnetotèrmic tetrapolar 32A, 6kA	1	ut	23,00	23,00 €
Comptador Bidireccional amb trafos d'intensitat	1	ut	420,00	420,00 €
Modem del comptador GSM	1	ut	280,00	280,00 €
<b>Caixes i Canals</b>				
Caixa estanca 200x200x100	2	ut	45,00	90,00 €
Canal unex perforada amb tapa 200x100	120	m	11,50	1.380,00 €
<b>Ma d'obra</b>				
Oficial electricista	280	h	21,00	5.880,00 €
Ajudant Electricista	280	h	18,00	5.040,00 €
<b>Altres</b>				
Connectors Multicontact Tipus IV + i -	30	ut	2,10	63,00 €
Gestió de residus	1	ut	100,00	100,00 €
Petit material	1	h	250,00	250,00 €
COST TOTAL INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA				15.690,20 €

Descripció	Quantitat	Unitats	Cost unitari (€/ut)	Cost Total (€)
<b>TRAMITACIONS I ALTRES</b>				
Tramitacions (Butlletí d'instal·lació i inclusió en Règim Especial, Consecució del contracte de venda d'energia amb la companyia elèctrica, Visat del projecte, llibre d'incidències, acta d'aprovació del PSS i Certificat final d'obra)	1	ut	1.500,00	1.500,00 €
Enginyeria	1	ut	1.000,00	1.000,00 €
Coordinació de seguretat i salut	1	ut	400,00	400,00 €
<b>COST TOTAL TRAMITACIONS I ALTRES</b>				<b>2.900,00 €</b>
<b>BENEFICI INDUSTRIAL</b>				
Benefici Industrial (20%)	1	ut	0,20	18.528,95 €
<b>COST TOTAL BENEFICI INDUSTRIAL</b>				<b>18.528,95 €</b>
<b>TOTAL</b>			<b>126.863,89 €</b>	

El cost total de la instal·lació és de **126.863,89€** (cent vint-i-sis mil vuit-cents seixanta-tres euros amb vuitanta-nou cèntims).